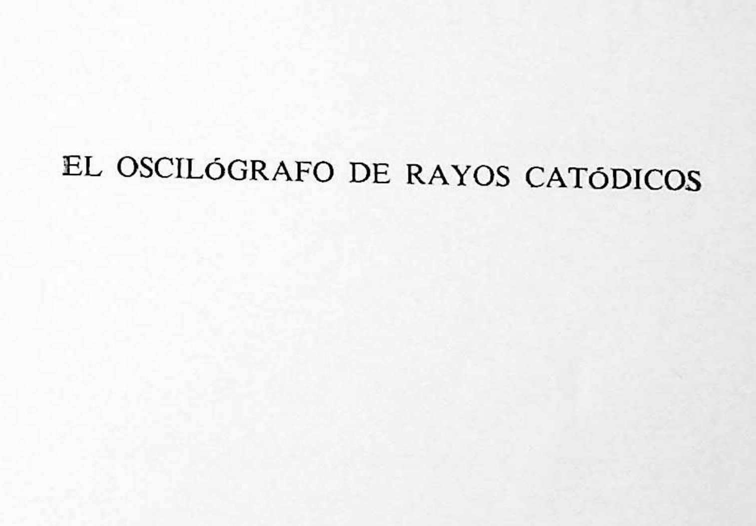


George Zwick, B.E.E.

OSCILOGRAFO DE RAYOS CATODICOS

Gernsback Library - Radio Craft Publication

Ediciones Técnicas
MARCOMBO, S. A.
BARCELONA



EL OSCILÓGRAFO DE RAYOS CATÓDICOS

GEORGE ZWICK, B.E.E.
Miembro del Instituto de Ingenieros de Radio
Instructor de Radio y Televisión del Madison Institute, Inc.

EL OSCILÓGRAFO
DE
RAYOS CATÓDICOS

TRADUCCIÓN DE LA QUINTA EDICIÓN INGLESA
por
L. IBÁÑEZ MORLÁN

N.º 40, de la Gernsback Library - N.º 1, en español

MARCOMBO, S. A.
Vía Layetana, 21 - Barcelona

Título de la obra original:
THE CATHODE - RAY OSCILLOSCOPE
Radcraft Publications, Inc

ÍNDICE

Prefacio

Este libro está destinado principalmente a los radiotécnicos y principiantes en radio cuyos conocimientos básicos no sean los de ingeniero sino un simple curso de fundamentos de radio, quizá la experiencia de electricidad en el Cuerpo de Transmisiones Militares o posiblemente sólo un curso de radio por correspondencia. El material, presentado tan sencillamente como el caso requiere, está desprovisto de toda matemática y teoría de ingeniería complicada. Cree el autor que, si el lector comprende los *fundamentos* de este importantísimo instrumento, llegará a adquirir el conocimiento completo y detallado del mismo cuando amplíe sus conocimientos generales y experiencia en radio. De momento este libro le ayudará a tener conocimiento del instrumento y a usarlo inteligentemente, preparándose por sí mismo para el estudio ulterior de los tubos de rayos catódicos y sus aplicaciones en televisión y aplicaciones afines.

Aunque la sencillez es rasgo característico de este trabajo, no pretende ser una cartilla o ABC de radiorreparación. Un principiante que únicamente conozca la ley de Ohm puede no hallar muy útil el libro al principio, pero será cada vez más provechoso para él a medida que amplíe sus conocimientos. En el caso opuesto, el radiotécnico adelantado, con conocimiento completo de la teoría de c-a y electrónica, puede quedar decepcionado por las explicaciones elementales aparentemente artificiosas. No obstante, ambos de estos grupos están en minoría entre los profesionales de la radio. La inmensa mayoría de radiotécnicos, quienes, en nuestra opinión, se confían demasiado frecuentemente en la experiencia adquirida, se beneficiarán mucho de este trabajo. Con ayuda de este libro, el radiotécnico, en lugar de deducir por la experiencia de casos anteriores lo que tiene que hacer en los casos que se le presenten, sabrá *por qué* lo ha de hacer, uniendo a la experiencia el criterio lógico y capacitándose para idear métodos mejores propios en sus tareas.

Es importante estudiar la materia de una manera ordenada. Recurrir al capítulo 5 para descubrir como se usa el oscilógrafo sin haber

estudiado previamente los capítulos anteriores en que se explica lo que es y cómo se trabaja, es como tratar de manejar una máquina-herramienta o torno complicados sin más referencias que la hoja de instrucciones o intentar preparar un guiso selecto sin otra experiencia que tener abierto en una mano un libro de cocina.

Esta obra no puede ser considerada como no técnica, ya que es explicación lógica y técnica del funcionamiento y uso del oscilógrafo. Con el estudio detenido de los capítulos preliminares el lector estará en condiciones de aprender a manejar el instrumento con destreza y acierto, de un modo inteligente. Si es radiotécnico podrá usar el oscilógrafo provechosamente. Si no se emplea eficientemente e inteligentemente, el instrumento es un estorbo y pronto es arrumbado. Con conocimiento adecuado, se convierte en una de las herramientas de reparación y servicio más importantes para la televisión, MF y otros equipos de alta fidelidad. Ahorra tiempo, dinero y esfuerzo.

Capítulo 1

Medidas de c. a.

El tubo de rayos catódicos es uno de los instrumentos electrónicos actuales que tiene más numerosos y variados usos. Sus aplicaciones fuera del campo ordinario de la radio son muy amplias e importantes. Para el radiotécnico y el aficionado estos aspectos ajenos a la radio son de poco interés. Nuestro propósito es explicar, en términos tan sencillos como nos sea posible, los usos del tubo en un instrumento completo llamado *oscilógrafo*, aplicado solamente en radio y campos afines.

Aunque el oscilógrafo puede ser utilizado para medir tensiones o corrientes, de c.a o c.c, su aplicación más importante es la medida, observación y estudio de corrientes alternas cuyas frecuencias varían desde unos cuantos ciclos o períodos por segundo (frecuencias industriales) hasta las radiofrecuencias de megaciclos, pasando por las audiofrecuencias. Para las medidas de c.c. son adecuados los sencillos instrumentos de tipo D'Arsonval o de válvula electrónica, siendo los preferidos por su simplicidad, excepto en casos especiales tales como la observación de tensiones de c.a. superpuestas.

Para comprender las ventajas del oscilógrafo en las medidas de c.a., repasemos brevemente las propiedades de ambas corrientes, alterna y continua, y en particular las *diferencias* entre ellas.

La corriente continua, como su nombre implica, fluye o circula solamente en un sentido. Su amplitud puede variar en diferentes instantes, pero nunca su polaridad. Una fuente o generador de c.c. tal como una batería de acumulador o una pila seca, es capaz de suministrar distintas intensidades de corriente, según sea la resistencia conectada a ella. Si el valor de la resistencia aumenta o el de la tensión disminuye a causa de la descarga de la batería, la corriente disminuye, pero el sentido de la corriente permanecerá invariable, con independencia de las variaciones de la intensidad o el tiempo transcurrido. Así, por ejemplo, una fuente de tensión constante, tal como una dínamo o una batería que dé 120 voltios estaría representada gráficamente en la figura 1-01. Del

mismo modo, la figura 1-02 representa una corriente constante de 40 miliamperios. Basta medirlas una vez para deducir exactamente sus valores, no solamente en el momento de la medida, sino en cualquier instante, hasta que se introduzca un cambio en el circuito con el fin de modificar la tensión o la corriente.

No ocurre lo mismo con c.a. Así como para identificar la c.c. pueden emplearse las dos características de amplitud y polaridad, para identificar la tensión o la corriente alternas se hace uso de las características siguientes. La primera y más sencilla de las dos es la inversión periódica y regular de polaridad. Así una corriente de 60 ciclos (períodos) aumentaría desde cero hasta un máximo en la dirección positiva, desciende a cero, continúa hasta un máximo negativo, y vuelve a cero. 60 veces cada segundo. Si usásemos un voltímetro de cero en el centro, la aguja partiría del centro, oscilaría a la izquierda y regresaría al cero durante el primer semiciclo, hacia la derecha, vuelta a cero durante el siguiente semiciclo, y nuevamente a la izquierda, etc., como indican las figuras 1-03 y 1-04. Pero ninguna aguja podría oscilar tan rápidamente para seguir las inversiones de polaridad ni siquiera en la baja frecuencia de 60 períodos por segundo, y tampoco la vista podría seguir tan rápidos movimientos. La segunda característica notable de la c.a. es la variación continua de magnitud de la tensión o corriente. El valor no se mantiene nunca constante aunque se repite periódicamente. Por ejemplo, una tensión alterna con un valor máximo de 120 voltios, empieza en cero, se eleva hasta 120, disminuye hasta cero, invierte la polaridad y des-

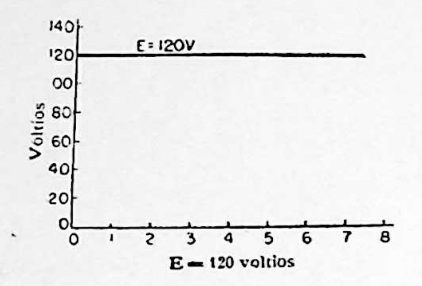


Fig. **1-01.**—Gráfico de la tensión de c.c. constante (120 voltios), con respecto al tiempo.

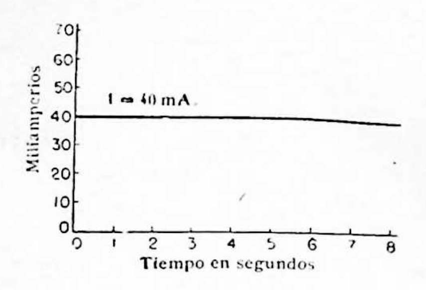
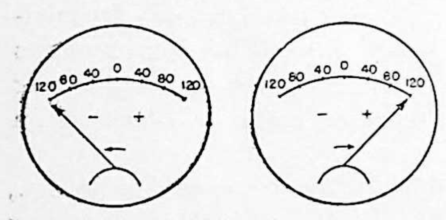


Fig. **1-02.**—Corriente continua constante de 40 miliamperios, representada con respecto al tiempo.



Figs. **1-03** y **1-04.**—Si fuese posible seguir los movimientos de una aguja ideal, desprovista de inercia, en un instrumento de medida, de cero en el centro, conectado en c.a. a 110 voltios, se vería la oscilación de la misma a derecha e izquierda de acuerdo con la inversión de la corriente en cada semiciclo.

ciende hasta — 120, disminuye hasta cero y así continúa mientras dure. Compárese esta tensión, representada en la figura 1-05 con la de 120 voltios representada en la figura 1-01.

La figura 1-05 representa el ciclo de c.a., o sea la repetición completa de la variación, tal como se sucede en el tiempo. En este gráfico la línea OO" representa el tiempo transcurrido desde el momento en que quedó cerrado el circuito. El punto O indica el momento en que fué cerrado el interruptor. A medida que transcurre el tiempo desde O a O', la tensión aumenta desde cero hasta 120 voltios (máximo) en el punto A y luego vuelve a cero en el punto O'. A continuación aumenta nuevamente la tensión, pero en sentido *opuesto*, hasta que alcanza —120 vol-

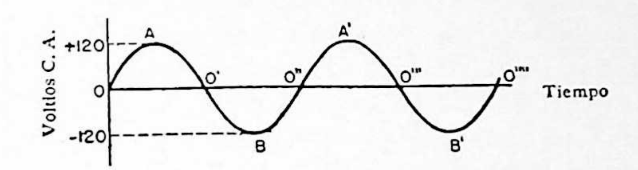


Fig. **1-05**.—Forma de onda sinusoidal de la corriente alterna (la más general). La tensión (o la corriente) aumenta y disminuye sucesivamente en los sentidos positivo y negativo durante cada ciclo.

tios (máximo) en el punto B y disminuye otra vez hasta cero en el punto O". Esto completa *un ciclo*. Desde el punto O" al O'''' el ciclo se repite, duplicando la variación original desde O a O". Hemos descrito así dos ciclos completos de c.a. pero aunque en el papel es muy fácil representar las tensiones e intensidades de c.a., es imposible que una aguja de un instrumento de medida siga estas variaciones, por lo que ha de buscarse otro medio para observar una tensión variable.

Existen instrumentos para medir la c.a., pero a causa de la inercia del elemento móvil, no miden la tensión en un instante determinado, sino que indican un valor que es el llamado eficaz o «de media de cuadrados» (r. m. s. en inglés), el cual, para una tensión tal como la de la figura 1-05 es aproximadamente el 70,7% del valor máximo. Así, para la tensión antes estudiada, que ascendía a 120 voltios en los puntos A, A', B y B', la lectura del instrumento sólo será el 70,7 % de 120, o sea 84,8 voltios aproximadamente. Aunque el valor eficaz tiene importancia por ser el empleado en todos los cálculos (la corriente alterna de 125 voltios de las instalaciones de alumbrado, por ejemplo, tiene un valor máximo o de cresta de 176 voltios aproximadamente), no deja de ser un valor arbitrario y no describe la naturaleza de la variación de la corriente. Hay que valerse del oscilógrafo para ver cómo varía en todo el ciclo.

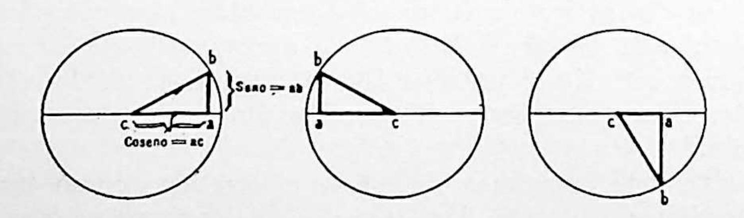
Las variaciones completas de c.a o ciclos tales como los representados en la figura 1-05 son denominadas ordinariamente *ondas* a causa

de la forma que tienen en los gráficos y en la pantalla del tubo de rayos catódicos. Se indican a continuación los tipos más comunes de variaciones de c.a. u ondas que se presentan en las aplicaciones de radio:

El primer tipo de variación corresponde a la forma más común y más conocida de c.a., la *onda senoidal*. Es como aparece en la figura 1-05 y es típica de todos los generadores de señal de r.f. y a.f., así como de los industriales. Se la llama onda senoidal a causa de que varía (aumenta y disminuye) de la misma manera que la cantidad geométrica llamada *seno**. El factor más importante a recordar es que el valor medido por un voltímetro de c.a. es aproximadamente el 70,7% del máximo o de cresta de esta onda. Otra manera de expresarlo es que el valor de cresta de la onda senoidal es $\sqrt{2}$ (=1/0, 707) del valor eficaz o lectura dada por el voltímetro de c.a. La importancia de esto es evidente considerando el hecho de que cualquier componente eléctrico o de radio que trabaje a una cierta tensión de c.a., por ejemplo 110 voltios, debe ser capaz de soportar 1,41 veces esa tensión, en este caso 115 voltios de cresta. Así, un condensador que fuese calculado para soportar 150 voltios puede fallar en una línea de 110 voltios. La segunda particularidad importante a recordar es que la onda senoidal ha sido aceptada generalmente como patrón por el que se juzgan las otras formas de onda. En la gran mayoría de los casos, las especificaciones para equipos, aislamiento, etc., se dan en términos de c.a. de onda senoidal.

El segundo tipo de variación en orden de importancia es la onda de c.a. en diente de sierra, así denominada por su forma (fig. 1-06). Es muy utilizada en oscilógrafos, equipos de radar, circuitos de televisión y muchos otros tipos de aparatos de medida. La onda ideal en diente de sierra tiene una ascensión en línea recta (llamada ordinariamente *lineal)*, como ilustran las líneas oblicuas de la figura 1-06 y un descenso brusco y rápido según las líneas verticales de la misma figura. En la práctica, la onda en diente de sierra puede no ser tan lineal,

* Geométricamente, el seno y el coseno de un ángulo pueden ser representados como sigue. Dibujar una circunferencia y su diámetro. Trazar un radio que forme un ángulo cualquiera con el diámetro. Desde el extremo de este radio trazar la perpendicular al diámetro. En el triángulo formado, el lado vertical es lo que se llama *seno* y el lado horizontal *coseno*. Cuando el radio varía de posición en el círculo, dichos dos lados varían de longitud. Una tensión o intensidad de corriente alterna cuyos valores instantáneos varíen como el seno es de onda senoidal.



pero solamente se emplea la parte más lineal para las aplicaciones mencionadas. En el capítulo 3 volveremos sobre este tipo de onda al tratar de los circuitos de barrido de rayos catódicos.

El tercer tipo de onda de c.a. de interés para nosotros es la *onda cuadrada*. Su forma ideal es la figura 1-07. En realidad es una onda rectangular, pero corrientemente se dice «cuadrada». Obsérvense las dos características importantes de esta onda. La primera es lo brusco de su ascenso y descenso. En este diagrama, estos son realmente *instantáneos*. En los casos prácticos los lados no son completamente verticales, apareciendo como en la figura 1-08, pero son aun muy inclinados. El segundo rasgo de este tipo de onda de c.a. es la cresta plana o aplanamiento de la parte superior de la onda. La altura no varía durante el semiciclo, manteniéndose constante como en la c.c. ideal. Aunque una onda cuadrada no es usada frecuentemente por sí misma, es extraordinariamente útil en los circuitos de alineación y medida como fuente de muchos tipos diferentes de impulsos de c.a. empleados en aplicaciones de rayos catódicos.

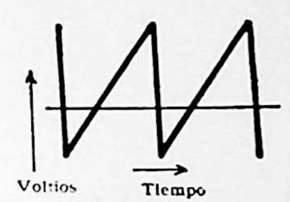


Fig. **1-06**.—Segundo tipo de variación de la forma de onda-la onda en diente de sierra de c.a.

La estructura de la onda cuadrada, a pesar de su forma sencilla, es extraordinariamente compleja y muy difícil de analizar. Teóricamente consta de un gran número de ondas seniodales de diferentes frecuencias, magnitudes y fases, combinadas en una. En la práctica hay varios generadores de onda cuadrada que cumplen los requisitos de los circuitos en particular así como de los aparatos del equipo general de pruebas.

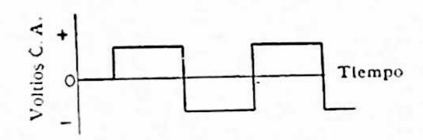


Fig. **1-07**.—Tercer tipo importante de forma de onda-la onda cuadrada. Esta es la forma teórica.

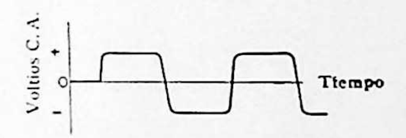


Fig. **1-08**.—En la práctica los lados de la onda cuadrada adoptan esta forma.

Hay otras variantes de ondas de c.a., pero los tres tipos mencionados son los más importantes para el radiotécnico. Los otros los puede estudiar cuando le sea necesario.

Por lo expuesto se deduce que las tensiones y corrientes alternas no pueden ser identificadas por sus magnitudes o sus valores medios. Mientras los *valores medios* de una onda cuadrado y de una onda de sierra pueden ser los mismos, sus *formas* y valores *instantáneos* difieren mucho. Incluso con un instrumento de medida podría leerse

las mismas tensiones en ambos casos. Cuando lo que interesa son las diferencias de forma y comportamiento de estos dos tipos diferentes de c.a., el instrumento ordinario de medida es de poca utilidad. Consideremos, por ejemplo, el tipo de c.a. engendrado por un micrófono que capta una onda senoidal de 400 ciclos. Si esta onda es aplicada a un amplificador, la salida (que puede ser aplicada a su vez a un altavoz) será una onda senoidal amplificada. En otras palabras, el amplificador realiza fielmente su función sin distorsionar, si está bien calculado. Si se produce distorsión, la salida será amplificada pero ya no tendrá la forma de una onda senoidal pura de 400 ciclos, sino que será una combinación de la onda original y otras senoidales producidas por la no linearidad del circuito. Puede establecerse la comparación con un amplificador fotográfico que, debido a algún defecto interno, deforme los rasgos de una persona, aunque amplíe hasta el tamaño deseado. La única manera de examinar la salida del amplificador es emplear un indicador visual tal como el oscilógrafo de rayos catódicos. El tubo de rayos catódicos puede ser comparado a una pantalla sobre la cual un punto luminoso traza las diversas figuras que se han de estudiar. Es necesario únicamente que el punto luminoso siga las variaciones de la tensión o corriente que deseamos examinar para obtener un gráfico de estas variaciones en las pantallas de r.c. Como lo que se ha de estudiar son corrientes eléctricas y no la luz, es necesario convertir en luz estas corrientes por medio de una superficie *fluorescente.* Esta suele estar constituída por una capa mineral sobre vidrio, la cual tiene la propiedad de brillar cuando chocan en ella los electrones. Sólo queda satisfacer otro requisito, que consiste en conservar sobre la pantalla la traza de la tensión o la corriente durante el tiempo suficiente

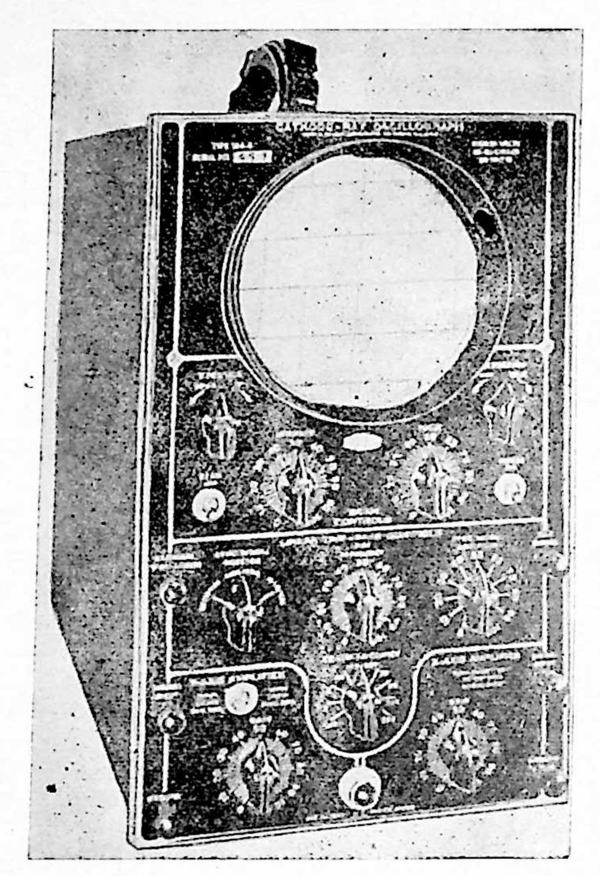


Fig. **1-09.**—Oscilógrafo típico de rayos catódicos.

para que la vista las perciba. Aunque las variaciones de la tensión o la corriente se producen con demasiada rapidez para impresionar el ojo humano, mediante los circuitos llamados de barrido es posible obtener la *ilusión* de lentitud e incluso de inmovilidad con el fin de fotografiar la medida. Así, cualquiera que sea la frecuencia que se observe, por medio de un circuito adecuado de barrido es posible producir una traza inmóvil o gráfico en la pantalla por la superposición de trazas idénticas, una sobre otra, muchas veces por segundo, dependiendo el número de veces de la frecuencia.

La figura 1-09 es la fotografía de un oscilógrafo completo.

Capítulo 2

El tubo de rayos catódicos

Sabemos que la finalidad del oscilógrafo es permitir la observación visual del desarrollo o comportamiento de las tensiones e intensidades de las corrientes alternas. Esto requiere la conversión de la corriente eléctrica, o electrones en movimiento, en luz. Para ello se utiliza una sustancia *luminiscente*.

A continuación se definen algunos de los términos relacionados con las pantallas de los tubos de rayos catódicos. *Luminiscencia* es la aptitud de un cuerpo para convertir en luz la energía invisible, a tempera-

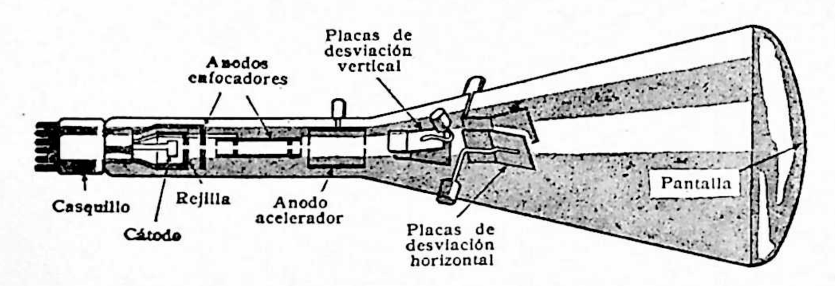


Fig. 2-01.—Sección longitudinal de un tubo de rayos catódicos, con indicación de las principales partes. Hay un cañón electrónico, un medio para desviar el haz electrónico y una pantalla fluorescente.

turas menores que la de incandescencia. Así, los impactos de electrones en una superficie luminiscente producen luz. Cuando la luz cesa inmediatamente después de los impactos, la propiedad es denominada *fluorescencia*. Cuando el brillo persiste después de cesar la excitación, la luminiscencia se conoce por *fosforescencia*. La elección de materiales para el revestimiento de la pantalla se hace atendiendo al color de la luz que emiten, así como a la duración de la misma. Algunos de los revestimientos más empleados para la pantalla son de willemita, de color verde azulado; óxido de cinc, de color violeta brillante, y sulfuro de cinc, de color azul claro. Estos detalles dependen del uso a que esté destinado el tubo. El método fundamental de funcionamiento es siem-

pre el mismo, cualesquiera que sean el tipo de revestimiento de la pantalla o la aplicación del tubo.

Un tubo de rayos catódicos puede ser considerado como formado por tres unidades principales: un cañón electrónico para producir un haz estrecho de electrones o *rayos catódicos;* un medio para desviar («deflectar») el haz por la aplicación de tensión o corriente al órgano desviador (horquilla o placas de desviación), y una pantalla fluorescente que brilla cuando incide en ella el haz de electrones. Los electrodos o elementos, en su orden de colocación, y sus funciones, son las siguientes (figura 2-01):

I. Cañón electrónico.

Calefactor.—Se utiliza para poner el cátodo a la temperatura de emisión. Trabaja con alimentación de baja tensión; 6,3 voltios en los tipos más corrientes.

Cátodo.—Cuando el calefactor está conectado, el cátodo emite electrones, lo mismo que el cátodo de un tubo o válvula ordinarios.

Rejilla de control.—Este elemento realiza la misma función que la rejilla de control de una válvula de vacío: regula la cantidad de flujo electrónico del cátodo. Además, tiene una forma apropiada para que los electrones que deja pasar sean forzados a atrevesar una pequeña abertura que sirve para concentrar el haz.

Ánodo primero o de enfoque.—Este ánodo tiene potencial positivo lo mismo que la placa de una válvula electrónica ordinaria, pero esta placa actúa como una lente interceptando los electrones que llegan oblicuamente y en virtud de su potencial positivo, acelera los que pasan por la abertura. Esto produce una acción enfocadora que puede ser controlada ajustando el potencial positivo aplicado a este elemento. Como no está destinado solamente a atraer los electrones, sino a concentrarlos o enfocarlos y acelerarlos, es denominado *ánodo enfocador* o de enfoque.

Ánodo segundo o acelerador.—Esta placa de alta tensión tiene por misión principal la de acelerar los electrones a fin de que incidan en la pantalla con velocidad suficiente para producir la emisión de luz. La tensión no suele ser ajustable. También la estructura del elemento favorece la concentración del haz (figura 2-02).

Ánodo intensificador.—En algunos tipos de tubos r.c. (particularmente los Du-Mont) hay también un tercer ánodo llamado *intensificador.* La función de este elemento es aumentar el brillo de la traza en la pantalla. No es un elemento indispensable ni

muy empleado. La estructura es bastante irregular, consistiendo en un revestimiento interior en el vidrio, cerca de la cara del tubo.

El cañón electrónico produce un punto luminoso en la pantalla, generalmente en el centro, aunque en algunos tubos cae cerca de uno de los bordes de la pantalla, a derecha o a izquierda. En estos tubos la estructura del cañón está estudiada para el *descentramiento* normal de la mancha.

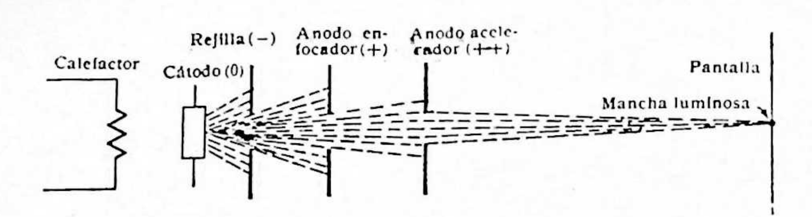


Fig. 2-02.—Disposición del calefactor, el cátodo, la rejilla y los ánodos enfocador y acelerador en un tubo de rayos catódicos. El haz de electrones es enfocado sobre la pantalla fluorescente, a la derecha.

II. Elementos de desviación.

En los tubos r.c. puede lograrse la desviación por dos procedimientos. El tipo de tubo de *desviación electromagnética*, que es el de los modelos grandes de receptores de televisión, radar y algunos oscilógrafos de laboratorio, utiliza un campo magnético para la desviación electrónica. Las corrientes requeridas para la desviación correcta del haz pasan por un par de bobinas adaptadas al cuello del tubo r.c. En algunos de estos tubos el enfoque también se efectúa por una bobina en lugar de por el ánodo enfocador. En otros se utiliza enfoque electrostático y desviación electromagnética. No obstante, estos tipos no son muy comunes en los oscilógrafos del servicio de reparaciones.

El tipo de *desviación electrostática* de tubo de rayos catódicos comúnmente usado en los instrumentos de reparación tiene dos pares de placas, uno horizontal y otro vertical. Las placas de cada par son paralelas y también ligeramente divergentes hacia la pantalla (figura 2-01). El par horizontal de placas colocadas en forma análoga al techo y suelo de una habitación, son las de *desviación vertical*, ya que son las que se utilizan para desviar el haz hacia arriba o hacia abajo. El otro par, colocadas como las paredes opuestas de una habitación, son las placas de desviación *horizontal* y hacen que la mancha se mueva a derecha o izquierda. Las tensiones sometidas a estudio son aplicadas a es-

tos dos juegos de placas, haciendo que el haz o mancha se desvíe de acuerdo con las variaciones de las tensiones de ensayo.

III. Pantalla.

Es la cara del tubo, la cual emite luz cuando chocan los electrones con movimiento rápido.

Así como existen métodos diferentes de desviación del haz, también hay diversidad de diseños de cañón electrónico. Aquí se describe el tipo más común, en la inteligencia de que el lector no encontrará dificultad para comprender el funcionamiento de cualquier otro tipo una vez que adquiera en este libro una idea clara del funcionamiento y teoría del descrito.

Sigamos a los electrones desde el instante en que salen del cátodo hasta que chocan con la pantalla:

1. El *calefactor* eleva la temperatura del cátodo hasta que es emitido un haz de electrones.
2. El *cátodo* es el verdadero elemento emisor de electrones. Se diferencia del cátodo ordinario en que la superficie emisora está constreñida mayormente al área que está enfrente de la abertura de la rejilla.
3. La *rejilla de control*, que generalmente rodean al cátodo, trabaja a un potencial negativo con respecto al cátodo, de manera análoga a la de la rejilla control de una válvula electrónica ordinaria. Esta polarización es ajustable, así que puede variarse como convenga la *intensidad* de la corriente de electrones. Este control suele ser llamado de *intensidad* o *brillo* siendo ajustado para que el brillo de la traza en la pantalla de r.c. sea agradable.
4. El *primer ánodo* o *enfocador* es alimentado también a tensión variable, pero es positivo con respecto al cátodo. Por consiguiente, no retardará sino que acelerará la corriente de electrones. Su estructura física (como la de un bote cilíndrico con un agujero en cada extremo) es tal que tiende a agrupar o enfocar los electrones que le atraviesan, interceptando los que no se desplazan a lo largo del eje.
5. El *segundo ánodo* o *acelerador*, impulsa los electrones a fin de que el impacto sobre la pantalla sea a la suficiente velocidad para que produzca la emisión de luz adecuada. Este ánodo es también positivo con respecto al cátodo, pero de potencial más alto (alrededor de 750 a 1.000 voltios en tubos de 3 pulgadas) y no es ajustable. La estructura física es análoga a la del primer ánodo pero su diámetro es mayor y a consecuencia de ello el haz es acelerado aún más y enfocado.

6. Los dos pares de *placas de desviación* están situadas entre el segundo ánodo y la rejilla. Sirven de electrodos centradores para que el operador pueda llevar la mancha al centro de la pantalla y también pueden ser utilizados para situar la mancha en cualquier otro punto del eje de la pantalla, cuando convenga. El haz se mueve de acuerdo con las variaciones de la tensión de ensayo aplicada a estas placas, las cuales pueden ser asimiladas a dos condensadores de los que uno tiene sus placas en posición horizontal (para la desviación vertical).

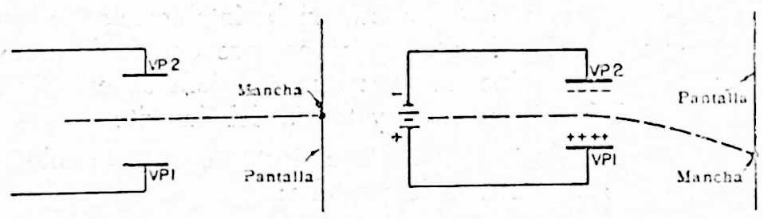


Fig. 2-03.—Con tensión cero en las placas desviadoras, el rayo incide en el centro de la pantalla.

Fig. 2-04.—Con las placas desviadoras + y — como se indica, el rayo incide debajo d centro.

Las figuras 2-03, 2-04 y 2-05 muestran el efecto del par que produce la desviación vertical. En la figura 2-03 no hay tensión en las placas y la dirección del haz no cambia. La mancha está en el centro. La figura 2-04 representa la placa superior VP2, negativa con respecto a la placa VP1. Los electrones, siendo negativos, son atraídos por la placa inferior y repelidos por la superior. Debido a su gran velocidad, seguirán desplazándose hacia delante pero dirigiéndose hacia abajo. El punto de incidencia del haz estará por *debajo* del centro. En la figura 2-05 la polaridad de las placas está invertida y el punto de incidencia del haz está *encima* del centro.

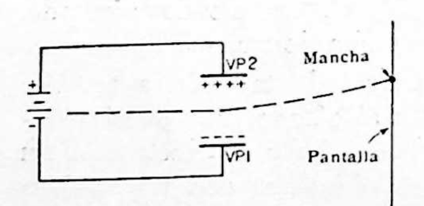


Fig. 2-05.—Cuando la placa VP2 es positiva y la VP1 es negativa, el haz incide encima del centro.

Si, en lugar del potencial de la batería representada, se aplicase una tensión alterna a las placas verticales, el haz se movería verticalmente arriba y abajo siguiendo las inversiones de la c.a. aplicada. Esto daría por resultado una traza como la representada en la figura 2-06, siendo la altura de la mancha luminosa en la pantalla proporcional al valor de la tensión alterna en aquel instante.

El efecto de las placas horizontales sobre la mancha es análogo, pero en dirección lateral (figs. 2-07, 2-08 y 2-09). Una c.a. aplicada

a estas placas producirá una línea horizontal en la pantalla, como en la figura 2-10.

Si se aplica una onda senoidal de c.a. a las placas verticales (por brevedad se dice placas *verticales* a las placas de *desviación vertical* y placas *horizontales* a las de *desviación horizontal)* y un potencial de

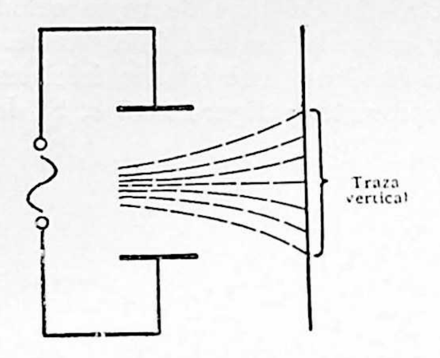


Fig. **2-06.**—Si se aplica una c.a. a las placas de desviación vertical, el haz se mueve hacia arriba y hacia abajo como indican las líneas de trazos, produciendo una recta vertical.

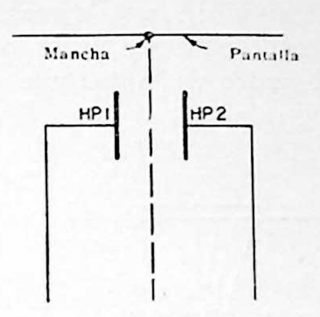


Fig. **2-07.**—Acción de las placas de desviación horizontal HP1 y HP2 en un tubo r.c., no habiendo voltaje entre las placas, el haz incide en el centro.

c.c. que aumente con coeficiente constante, como indica la figura 2-11, la curva resultante sería una onda senoidal de c.a. Mientras las placas verticales harían oscilar la mancha verticalmente en concordancia con el ascenso y descenso del ciclo de c.a., la tensión creciente en las placas horizontales desplazaría horizontalmente el haz de electrones y este

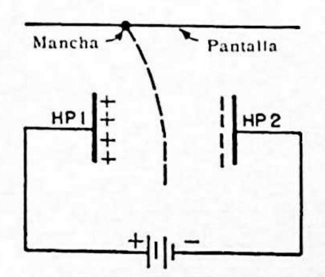


Fig. **2-08.**—Con la placa horizontal HP1 positiva con respecto a la HP2, el haz incide a la izquierda del centro.

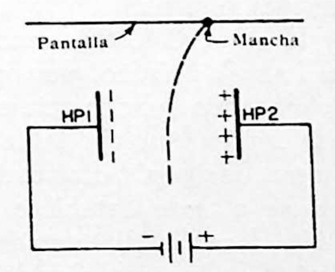


Fig. **2-09.**—Aquí la placa HP1 es negativa con respecto a la HP2 y el haz incide a la derecha del centro.

trazaría en la pantalla una onda senoidal. La acción de barrido evita que se superpongan los puntos sucesivos del trazo vertical, desplazándolos horizontalmente. La velocidad con que el trazo se mueve en la pantalla depende de la velocidad de variación de la tensión aplicada a las placas deflectoras.

Tenemos así un sistema de *exploración* o trazado de cualquier tensión en la pantalla de r.c. mediante la aplicación de la tensión que se examina en las placas verticales, mientras es aplicado un potencial de variación constante y adecuada a las placas horizontales, tal como en el ejemplo precedente.

Hemos visto como el cañón electrónico del tubo de rayos catódicos puede producir una mancha de luz sobre la pantalla fluorescente. Supongamos que este punto o mancha luminosa está situado inicialmente en el centro de la pantalla, como representa la figura 2-12 *a*. Si desea-

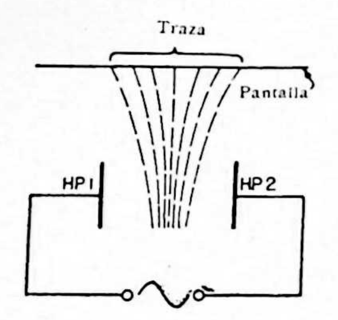


Fig. **2-10.**—Si se aplica la c.a. entre las placas horizontales HP1 y HP2 el haz oscila a izquierda y derecha y aparece una línea recta en la pantalla.

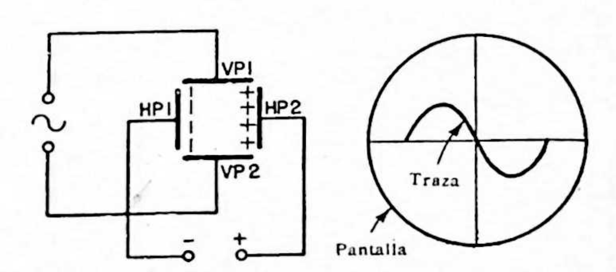


Fig. **2-11.**—Con c.a. senoidal en las placas verticales y c.c. que aumente uniformemente en las placas horizontales, aparece una onda senoidal en la pantalla.

mos mover este punto a lo ancho de la pantalla de izquierda a derecha según la recta OA, tendremos que disponer de una fuerza que «incurve» el haz electrónico para que la mancha siga el movimiento deseado.

Dos hechos fundamentales demuestran la necesidad de esta fuerza. El primero lo enuncia la ley de atracción y repulsión, según la cual las cargas de *igual* polaridad se *repelen* mientras las de la distinta polaridad se atraen. Establece también que la fuerza de tal atracción o repulsión depende directamente de la tensión de las cargas (o número de partículas de una polaridad que exceden a las de la polaridad opuesta). El segundo hecho fundamental es que una partícula de materia tiene masa (llamada ordinariamente peso) y cuando está en movimiento posee energía cinética. Lo mismo que un cuerpo físico tal como una pelota requiere fuerza para cambiar su dirección, también es necesaria aplicarla a un electrón para variar su trayectoria. La primera ley establece además que la dirección en que se desvía el electrón despende de la dirección de la fuerza desviadora. La figura 2-13 muestra lo que ocurre con un bote en un río. Mientras no haya viento transversal el bote se mueve en la dirección de la corriente, pero, tan pronto como sople el viento en dirección transversal, el bote se moverá oblicuamente

a la corriente y cuando más fuerte sea el viento más oblicua será la dirección que siga.

De igual modo, el electrón en movimiento sigue un camino recto hacia la pantalla bajo la fuerza de los potenciales enfocadores y ace-

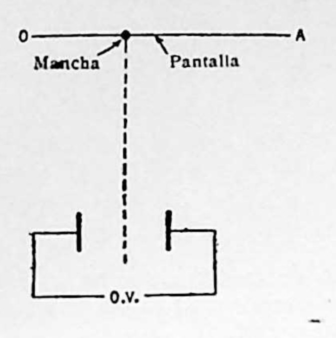


Fig. 2-12 *a.*—Con potencial cero en las placas desviadoras, el haz incide en el centro de la pantalla.

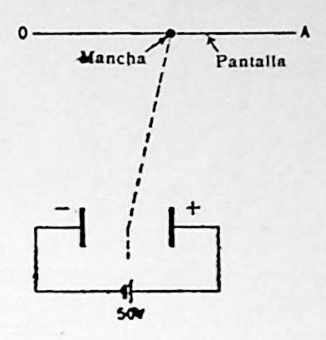


Fig. 2-12 *b.*—Con carga de 50 voltios negativos en la placa izquierda, la mancha recorre en la pantalla una distancia proporcionada, de izquierda a derecha, hacia *A*.

leradores. Cuando pasa entre un par de placas entre las que no exista diferencia de potencial, el electrón sigue su curso. Pero, si la placa izquierda es positiva con respecto a la placa de la derecha, el electrón será impulsado hacia la derecha (lado más positivo) aunque sigue

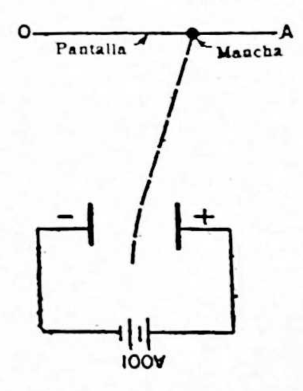


Fig. 2-12 *c.*—Con tensión negativa de 100 voltios en la placa izquierda, la mancha recorre los 2/3 de su carrera en la pantalla.

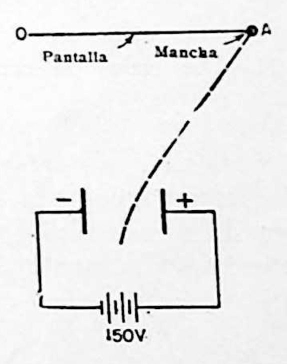


Fig. 2-12 *d.*—Aquí la placa izquierda está a tensión negativa de 150 voltios. La mancha recorre ahora todo su camino en la pantalla.

desplazándose hacia adelante. La magnitud de la desviación dependerá del valor de la diferencia de potencial o polaridad entre las dos placas. Por ejemplo, un potencial de 150 voltios desviará la corriente de electrones mucho más que uno de 50 voltios. La figura 2-12 *d* ilustra este fenómeno.

También es importante recordar que la desviación es directamente proporcional a la fuerza desviadora. Si una fuerza de 50 voltios desvía el electrón 1 cm. en la pantalla, los 150 voltios lo desviarán tres

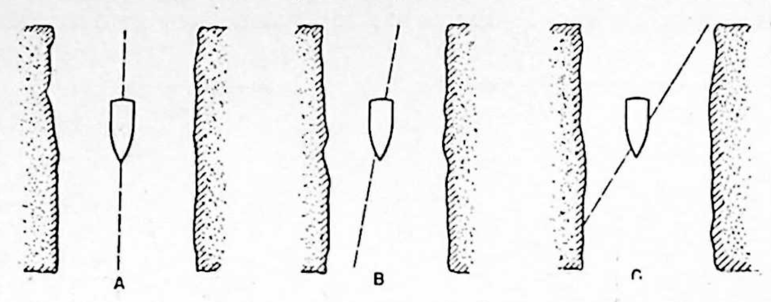


Fig. 2-13.—*A*, el bote se mueve en el sentido de la corriente, no habiendo viento transversal; *B*, el mismo bote, con una brisa transversal; *C*, el mismo bote, con fuerte viento transversal.

veces más, o sea 3 cm. En otras palabras, la *desviación* es lineal. Véanse las figuras 2-12 *b*, *c* y *d*.

Como indica la figura 2-11, si el potencial en las placas horizontales aumenta a un ritmo uniforme y se aplica un potencial senoidal a las

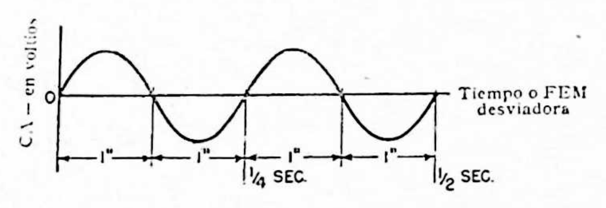


Fig. 2-14.—Dos ciclos de corriente alterna, con tensión desviadora aumentando uniformemente.

placas verticales, la traza en la pantalla será una onda senoidal. Por ejemplo, supongamos que la frecuencia de la onda senoidal es 4 ciclos por segundo o un ciclo por 1/4 de segundo, que el potencial en las placas horizontales aumenta desde cero hasta un máximo en ½ segundo,

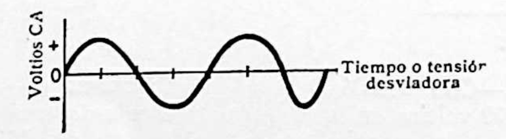


Fig. 2-15.—Los mismos dos ciclos representados en la figura 2-14, pero con variaciones uniformes de la tensión durante 1 1/2 ciclos al principio y una disminución de la tensión durante el cuarto medio ciclo.

y que la distancia que la mancha recorre en la dirección horizontal es cuatro centímetros. Con referencia a la figura 2-14, es evidente que se trazarán dos ondas completas senoidales en la pantalla en ½ segundo. Esto ocurre únicamente cuando la tensión de las placas horizontales

aumenta con *velocidad uniforme durante todo el tiempo.* Si el aumento de tensión fuese uniforme solamente durante 3/8 de segundo y luego fuese más lento durante el 1/8 de segundo restante, la curva resultante sería como sigue: los primeros 3/4 de pulgada del barrido en la pantalla, correspondientes a 1½ ciclos, serían lo mismo que los primeros 1½ ciclos del caso anterior; durante la cuarta pulgada de desplazamiento de la mancha en que se trazaría el medio ciclo restante con aumento más lento de tensión, la curva trazada sería como en la figura 2-15. Esta traza no es reproducción exacta de la onda aplicada a las placas verticales, sino que muestra un semiciclo comprimido, que representa un cambio de frecuencia en la onda que se mide. Un barrido de esta clase daría una información errónea, especialmente cuando se observan ondas desconocidas. A menos que el observador sepa que el oscilógrafo no es lineal, podría sospechar que una pieza del equipo estuviese defectuosa y originase la distorsión. La tensión de desviación horizontal (llamada comúnmente *tensión de barrido)* debe ser todo lo *lineal* posible. En el capítulo siguiente veremos el modo de producirla.

Capítulo 3

Sistemas de barrido

Los requisitos de la tensión de barrido para el trazado de las curvas o características en los tubos de r.c. pueden resumirse como sigue:

1. Para mover el punto luminoso en la pantalla es necesario una tensión de desviación.
2. El movimiento uniforme del punto luminoso requiere aumento uniforme de la tensión de desviación. (La tensión debe aumentar hasta un cierto valor, que depende del diámetro de la pantalla, a fin de que el punto se desvíe continuamente desde su posición de partida).
3. Para que el punto vuelva a su posición de origen al llegar al extremo de la desviación en la pantalla al tiempo que empieza el trazado de un nuevo ciclo, la tensión debe disminuir rápidamente hasta cero.

Dicho brevemente: *La tensión de desviación debe aumentar a régimen o velocidad constante hasta su valor máximo, y luego caer bruscamente a cero.* Esta tensión es llamada comúnmente *en diente de sierra* (debido a que su forma de onda tiene el aspecto de una sierra).

Hay muchos tipos de generadores de tensión en diente de sierra. Los más corrientes son el tipo de descarga gaseosa, el de multivibrador y el de oscilador de bloqueo, siendo los dos últimos de la variedad de válvulas o tubos de vacío.

En todos estos generadores la operación depende de la carga de un condensador (desarrollando un potencial) en serie con un resistor.
Cuando un condensador es conectado en paralelo con una fuente de f.e.m. (fig. 3-01) la diferencia de potencial entre las placas del condensador es de cero voltios. Se establece una corriente o flujo de electrones desde el polo negativo de la batería hasta la placa superior del

condensador y desde la placa inferior del condensador hasta el polo positivo de la batería. La placa superior llega a ser, comparativamente, positiva con exceso. Esto es lo mismo que decir que existe una diferencia de potencial o tensión entre las dos placas, aumentando esta tensión a medida que aumenta el exceso de electrones respecto a la placa superior. Otra manera de enunciarlo es que la corriente fluye *en el condensador* y desarrolla una carga. Durante el período inicial después de cerrar el conmutador, la extracorriente, o alta intensidad de cierre,

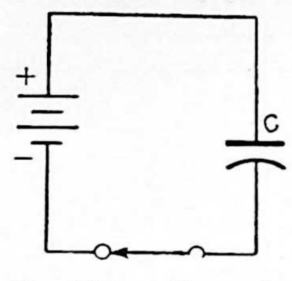


Fig. **3-01.** — Un condensador conectado en paralelo con una batería; en el instante en que se cierra el interruptor no existe tensión entre las placas del condensador. Luego se establece gradualmente una corriente en éste y se desarrolla una tensión entre sus placas.

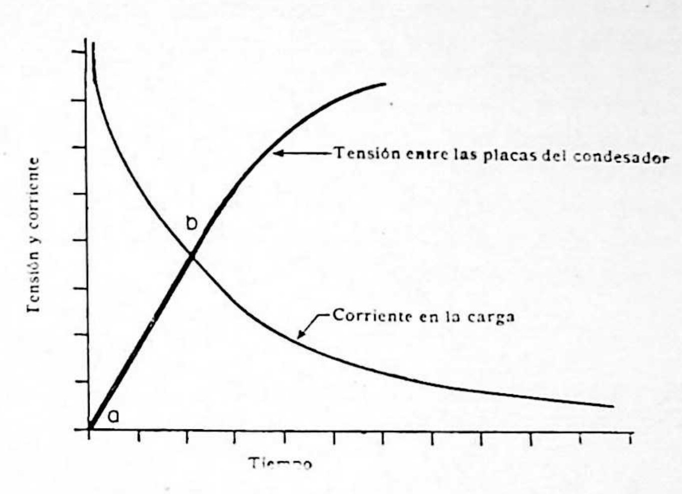


Fig. **3-02.**—Carga de un condensador. Obsérvese cómo el aumento de tensión es uniforme y rápido hasta *b*, desde donde empieza a ser más lento.

tiende a cargar muy rápidamente el condensador, desarrollando entre sus placas un potencial en oposición al de la matería de carga. Esto retarda el flujo de electrones en el condensador, retardando el desarrollo de la tensión entre sus placas. Cuando la tensión aumenta lentamente, disminuye la corriente en el condensador hasta que, finalmente, cesa cuando la tensión entre las placas del condensador es igual a la tensión de la fuente, diciéndose entonces que el condensador está completamente cargado.

La figura 3-02 representa la curva aproximada de la corriente de carga de un condensador así como la de desarrollo o creación de la f.e.m. Obsérvese lo siguiente:

a) La *corriente* en el condensador empieza siendo muy intensa y luego disminuye hasta casi anularse.

b) La tensión en el condensador se desarrolla también muy rápidamente al principio, continúa aumentando cada vez más lentamente hasta que deja de aumentar, llegando a un valor máximo.

Examinemos ahora la curva de la *tensión*. Obsérvese que la primera porción está inclinada y es casi recta. Esto significa que durante el intervalo *ab* la f.e.m. aumenta a un ritmo casi uniforme. Luego continúa aumentando a un ritmo cada vez más lento, y de aquí la curvatura. Es la porción rectilínea de esta curva lo que se utiliza en un generador en diente de sierra. Todo lo que se necesita es un medio de detener el aunmento en el punto preciso en que comienza la curvatura y de repetir este aumento o ascensión desde *a* a *b* con tanta frecuencia como sea necesario. Por ejemplo, si deseamos barrer la c.a. de la figura 2-11 20 veces por segundo, necesitamos producir 20 subidas de tensión cada segundo, tales como la producida entre *a* y *b* de la figura 3-02.

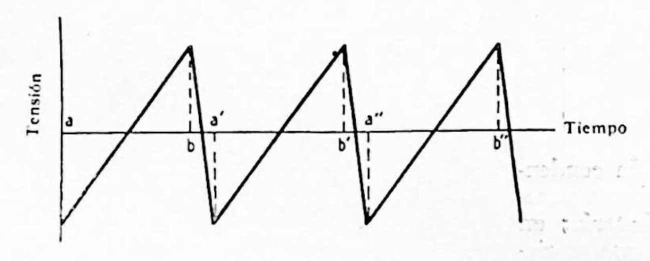


Fig. **3-03**.—Intervalos de tiempo de un generador diente de sierra; *a-b*, *a'-b'* y *a''-b''*, representan el tiempo de exploración; *b-a'* y *b'-a''*, representan el tiempo de «retroceso».

En otras palabras, el ritmo de la carga del condensador (y descargas, naturalmente, aunque lo que nos interesa es solamente lo concerniente al ciclo de carga) sería de 20 por segundo. Sin embargo, para repetir la trayectoria *a-b* debemos restaurar la condición original en el condensador en el instante *b*. Así, con la tensión en el instante $a=o$ y en el $b=15$, para el ejemplo propuesto, el condensador deberá repetir el ciclo que sigue, 20 veces por segundo: primero, subir de 0 a 15 voltios a régimen uniforme; segundo, inmediatamente después, descender repentinamente a cero; empezar la subida desde cero a 15 voltios otra vez. La figura 3-03 representa estas variaciones.

Además del requisito primordial de la linealidad del aumento de la tensión en diente de sierra para que el barrido de la mancha luminosa en la pantalla se efectúe a velocidad uniforme, es necesario también que la mancha vuelva casi instantáneamente a la posición inicial de la izquierda en la pantalla, a fin de repetir el ciclo. Como la mancha vuelve tan pronto como cesa la tensión, la tensión diente de sierra debe anularse tan rápidamente como sea posible después de alcanzar el valor máximo. Con referencia a la figura 3-03, los tiempos *ab*, *a'b'*, *a''b''*, etcétera, son denominados *tiempos* de exploración, siendo los intervalos durante los cuales asciende la f.e.m. haciendo que la mancha explore la pantalla de r.c. Los espacios ba', b'a'', etc., son llamados tiempos

de *retraza* o de retroceso, y corresponden a los tiempos durante los cuales la f.e.m. cae o desciende a cero y la mancha vuelve bruscamente a su posición original o de partida. Obsérvese que el tiempo de retroceso es mucho más corto que el tiempo de exploración (ordinariamente, la décima parte).

Generadores de diente de sierra

La figura 3-04 es un esquema simplificado de un generador de diente de sierra. El tubo es como cualquier otro tríodo (tipo 884) excepto que no es un tubo de vacío. Contiene una pequeña cantidad de gas inerte, el cual se ioniza por la acción de un potencial suficientemente alto y llega a hacerse conductor; es decir, el átomo de gas perderá un electrón, dejando un ión cargado positivamente. En las condiciones normales, cuando el gas no está ionizado, la corriente que circula por el tubo es despreciable. Cuando es completamente ionizado por la aplicación de una tensión suficientemente alta, llamada *potencial de ionización*, o tensión de perforación, el gas llega a hacer tan intensamente conductor que el tubo actúa casi como un corto circuito desde placa a cátodo. El valor de esta tensión depende del tipo de gas, su presión y de algunas características del circuito.

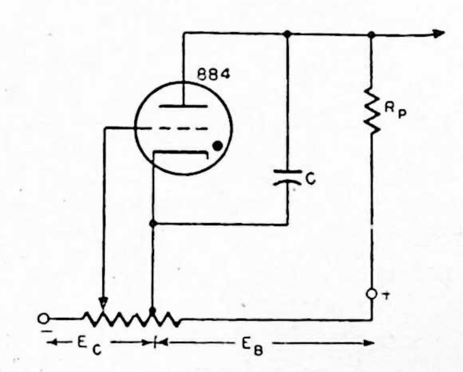


Fig. 3-04.—Generador diente de sierra básico con tríodo de atmósfera gaseosa.

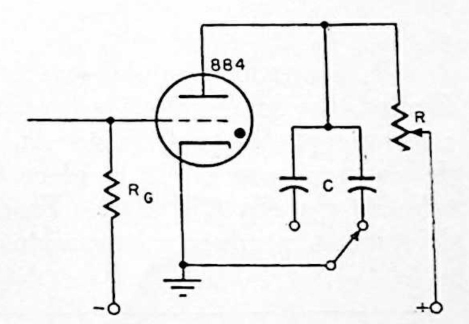


Fig. 3-05.—Oscilador con tríodo de atmósfera gaseosa, incluyendo un resistor de carga variable y un condensador.

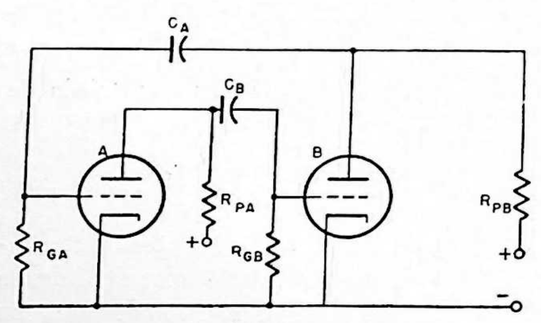
En el circuito de la figura 3-04 la tensión de placa se alimenta a través de un resistor R_p. La tensión de rejilla es negativa y su valor determina la tensión de placa para la que el tubo se ionizará. El valor de la tensión de placa es el «potencial de cebado o encendido». La tensión de alimentación E_b es más elevada por lo general que la tensión de excitación. El ciclo es aproximadamente como sigue:

Cuando se conecta la tensión de alimentación el condensador C se carga en serie con el resistor R_p. Tan pronto como la tensión en el

condensador alcanza la tensión de perforación, el tubo empieza a conducir y actúa como un corto circuito entre las placas del condensador. Esto reduce la tensión a un valor inferior al requerido para la ionización y el tubo ya no conduce. El condensador empieza a cargarse nuevamente y el ciclo se repite. Se ha engendrado de este modo una tensión en diente de sierra, correspondiendo su ascensión a la carga del condensador C, teniendo lugar su descenso o extinción cuando se descarga el condensador durante el período de ionización. La frecuencia de las cargas y descargas depende de la duración del tiempo de carga que se requiera (duración de la tensión de desviación en el caso del tubo r.c.). Esto determina a su vez los valores del condensador C y del resistor R_p. Cuanto mayores sean estos valores más prolongado es el tiempo y por consiguiente mayor es la frecuencia. En la práctica, se conectan en el circuito varios condensadores conmutándolos para las diferentes frecuencias, y el resistor es un potenciómetro (fig. 3-05).

El multivibrador

Un segundo tipo de generador de diente de sierra es el *multivibrador*. En su forma más sencilla se asimila a un amplificador de dos pasos acoplados por resistencia, al cual se ha añadido un condensador de acoplamiento desde la placa de la válvula de salida a la rejilla del tubo de entrada (fig. 3-06). En este circuito, un aumento en la corriente del tubo A produce un aumento en la polarización negativa del tubo B. Esto continúa hasta que la corriente de placa de la válvula A es máxima y la de la válvula B es mínima. Cuando se alcanza esta condición, el condensador B se descarga a través de la resistencia de rejilla R_{gb} de la válvula B haciendo menos negativa a la rejilla. Al mismo tiempo la polarización de la válvula aumenta hasta el punto de corte mientras la corriente de placa de la válvula B aumenta también. Las funciones de la válvula son así invertidas. El tiempo de un semiciclo varía con la constante de tiempo $(R_{pa}+R_{gb})$ Cb, y el del otro semiciclo con la constante de tiempo $(R_{pb}+R_{ga})$ Ca. Un condensador en paralelo en el circuito de placa del tubo B se cargaría durante el tiempo en que aumenta la polarización del tubo, luego se descargaría bruscamente cuando la polarización



F. 3-06.—Circuito básico de multivibrador. Salvo *A*, este circuito se asemeja a un amplificador ordinario de dos pasos.

desciende repentinamente hasta el valor mínimo. Así tendremos nuevamente una subida de tensión en diente de sierra. Hay diversas variantes de este circuito básico en los oscilógrafos y receptores de televisión.

El oscilador de bloqueo

Un tercer tipo, muy generalizado, de generador de diente de sierra es el *oscilador de bloqueo* (fig. 3-07). Los circuitos de placa y rejilla de la misma válvula están acoplados por un transformador. Un aumento de la corriente de placa hace que la rejilla sea más positiva, aumentando aún más la corriente de placa en un tiempo muy corto. Pero, cuando la rejilla se hace positiva, circula la corriente de rejilla, produciendo una polarización negativa que hace disminuir la corriente de placa hasta anularse rápidamente. Se dice entonces que la válvula la *bloquea*. Tenemos así otra vez satisfechos los requisitos esenciales para un generador de diente de sierra: un impulso agudo de la corriente de placa (correspondiente al tiempo de descarga del condensador) seguido de un período de corte (sin corriente de placa), durante el cual el condensador se descarga en forma de diente de sierra. La figura 3-08 representa la corriente de placa y la tensión de rejilla durante un ciclo de funcionamiento del oscilador de bloqueo. Obsérvese que los impulsos de la corriente de placa son muy agudos y muy breves. Durante este tiempo se desarrolla la tensión de rejilla debida a la circulación de la corriente misma, aunmentando la polarización hasta el punto de corte *a*. Desde el punto *a* hasta el punto *b* de la curva del condensador se descarga lentamente a través del resistor, hasta que, en *b*, la tensión de rejilla permite que aumente la corriente de placa, dando comienzo al ciclo siguiente. La figura 3-09 es un esquema sencillo de oscilador de bloqueo.

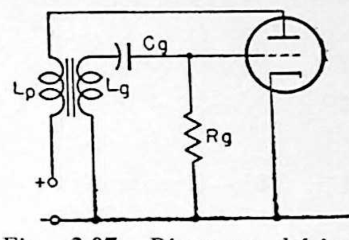


Fig. **3-07**.—Diagrama básico de un oscilador de bloqueo.

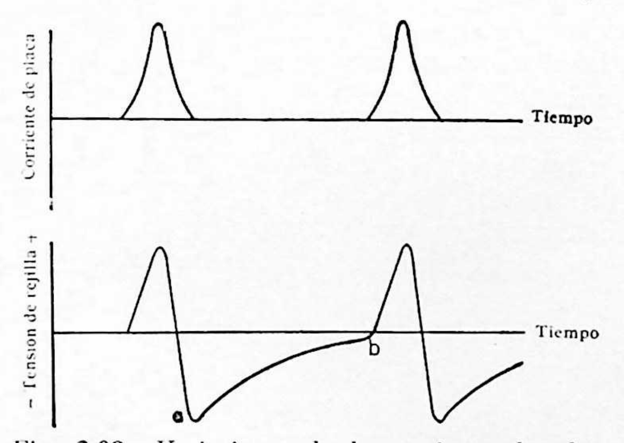


Fig. **3-08**.—Variaciones de la corriente de placa y la tensión de rejilla durante el ciclo del oscilador de bloqueo.

En todos los tipos de tales osciladores, la onda en diente de sierra se produce de la siguiente manera: *haciendo que se cargue un conden-*

sador en un tiempo predeterminado, de modo gradual y uniforme hasta una tensión predeterminada (excepto en el oscilador de bloqueo en que la acción de diente de sierra es producida por la descarga uniforme de un condensador). Esta carga constituye la primera parte del ciclo del oscilador. Corresponde al período activo o de *exploración* durante el cual la mancha luminosa es barrida en la pantalla de rayos catódicos.

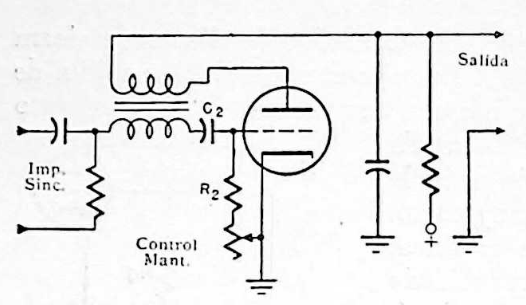


Fig. 3-09.—Circuito típico de oscilador de bloqueo.

La segunda parte del ciclo es la descarga repentina del condensador y la disminución, hasta anularse, de la tensión de exploración; corresponde al tiempo de retroceso durante el cual la mancha retrocede rápida y casi invisiblemente a su posición de partida para estar dispuesta a una nueva acción exploradora en la línea siguiente. Como arriba se indica, la tensión máxima a que el condensador se carga y el tiempo de carga son previamente determinados. El tiempo, que determina la frecuencia de la tensión en diente de sierra, depende principalmente de los valores del condensador de carga y del resistor a través del cual debe descargarse el condensador. En la figura 3-05, la variación de R o C, o de ambos, cambia la frecuencia de oscilación. En la figura 3-06 se consigue el mismo resultado variando R_{gb} y C_b. En la figura 3-09, R_2 y C_2 son los factores más importantes para la determinación de frecuencia. En estos tres osciladores típicos, que son generadores de audiofrecuencia, los elementos sintonizables son R y C. Son los elementos análogos a la combinación de condensador de sintonía y bobina de los osciladores de *radiofrecuencia*. Hay otros factores de menos importancia para la determinación de la frecuencia de los osciladores de R-C, tales como las variaciones de la alimentación de potencia, etcétera.

Sincronización

Aunque los factores mencionados determinan la frecuencia de un oscilador de R-C, hay otros factores que afectan a la frecuencia de oscilación. Como estos son variables, la frecuencia resultante también lo es. No puede afirmarse más que de un modo relativo que en la misma posición del dial se obtiene siempre con exactitud la misma frecuencia. En estas condiciones, se dice que los osciladores son de *frecuencia autónoma*. Tanto la frecuencia de los dientes de sierra como su magnitud puede variar algo de vez en cuando e incluso de un ciclo a otro. En muchos casos es necesario disponer de una onda en diente de sierra

que tenga frecuencia *exacta*, para observar y fotografiar formas de onda o para la desviación de un receptor de televisión. Basta la menor variación de la frecuencia o de la magnitud de la tensión en onda de sierra para que la onda se desplace lentamente en la pantalla, haciendo que la observación sea difícil y la fotografía imposible. En televisión, un deslizamiento análogo en la recepción da lugar a una distorsión muy perjudicial. Como el desplazamiento lento es debido a funcionamiento no uniforme del generador de barrido, hay que controlar de alguna manera la frecuencia y magnitud de los dientes de sierra. Este control es lo que se llama *sincronización* o *trabado*. En esencia, esto consiste en controlar la frecuencia del oscilador de barrido por un generador ajeno o exterior a su propio circuito. Así, si se aplica constantemente a la entrada del generador de barrido una frecuencia exactamente controlada, esta señal externa exacta actuará sobre el oscilador local sincronizándolo en el mismo punto de cada ciclo, haciendo que todos los ciclos sean de la misma longitud y estén igualmente espaciados y, por tanto, que la frecuencia de la oscilación sea constante.

No es muy importante que la frecuencia sea rigurosamente exacta como la de un patrón absoluto. Lo importante es que la frecuencia local tenga el mismo valor que la de control. Así, si la frecuencia de barrido de un receptor de televisión varía dentro de límites razonables, el efecto no será perceptible en las imágenes *en tanto el oscilador del barrido del receptor varíe exactamente como el oscilador del transmisor.* Lo mismo ocurre en el caso de una aplicación oscilográfica.

La figura 3-10 ilustra las oscilaciones libres así como la sincronización o trabado. Durante el período inicial, las características de los dientes de sierra dependen enteramente de las condiciones locales del oscilador y se dice que está en funcionamiento autónomo. Los dientes son más largos y menos frecuentes. Desde el punto B, los dientes de la sierra aparecen más pequeños y son más frecuentes (están más juntos), debido a que ha sido aplicado un potencial de c.a. senoidal al mismo circuito (la rejilla) en que tienen lugar las oscilaciones locales. La onda senoidal produce las correspondientes variaciones en el circuito de placa del mismo tubo, interrumpiendo cada ciclo de diente de sierra (ciclos de carga) en el mismo instante exactamente y el valor positivo de la tensión de control reduce la tensión de rejilla lo suficiente para que se excite más pronto que sin tensión de control. Entonces los picos de los dientes de sierra son los puntos D, E y F en lugar de los D', E' y F'. Esto produce ciclos de más breve duración así como de mayor frecuencia. Al ascilador de barrido de funcionamiento autónomo puede serle aplicada cualquier tensión externa de la frecuencia que se desee para obtener el trabado o sincronización, obteniéndose así la frecuencia deseada desde el generador local del barrido.

La disminución de amplitud de los dientes de sierra engendrados no tiene gran importancia. En la mayoría de medidas de rayos catódicos,

así como en la recepción de televisión, se provee un amplificador horizontal, el cual, conjuntamente con un control de ganancia, puede amplificar la entrada en diente de sierra hasta el valor que se desee, para satisfacer los requisitos del circuito. La necesidad del amplificador es obvia. En el capítulo II hemos visto que es necesario un cierto potencial de desviación (tensión de barrido) para que se mueva la mancha en la pantalla. Una tensión de valor menor sólo desviará el haz en una parte de la desviación total, dando por consecuencia una curva comprimida; mientras que un potencial excesivo hará salir la mancha fuera de la pantalla y se perderá una parte de la curva. Para obtener el valor correcto de la tensión de barrido aplicada al circuito de desviación del tubo r.c. se utiliza el amplificador del *control de ganancia*. En el capítulo siguiente estudiaremos un circuito típico. Volviendo a la cuestión de sincronización, supongamos que deseamos observar la forma de onda de una alimentación o suministro de 600 ciclos. Según lo dicho en el capítulo II, si la mancha se desplaza en la pantalla una vez por cada ciclo de la tensión que estamos ensayando, observaremos un ciclo. Durante ese tiempo la mancha se mueve desde la posición cero hacia arriba, vuelve a la posición cero, luego se mueve hacia abajo y por último vuelve nuevamente a su posición inicial. Si el movimiento de la mancha en la pantalla hubiese sido más rápido, aquélla no hubiera tenido tiempo de completar un ciclo en la dirección descendente y la traza hubiese resultado demasiado extendida en la pantalla. Si la tensión de barrido hubiese dado lugar a que la mancha se hubiese movido mucho más lentamente hubiera trazado más de un ciclo completo hacia abajo. Así, si la tensión de barrido es de 600 ciclos y la frecuencia de ensayo también 600 ciclos, aparecerá un ciclo completo en la pantalla. Si la frecuencia de barrido se redujese a 150 ciclos, se verían cuatro ciclos de la tensión de ensayo. Un barrido de 200 ciclos produciría tres ciclos en la pantalla. Muy pocas veces interesa observar menos de un ciclo completo y la menor frecuencia que tendrá que ser analizada es la más baja de diente de sierra (unos diez ciclos). La frecuencia más alta desconocida puede ser unas cuantas veces mayor que la más alta de barrido. Así, con una frecuencia máxima de barrido de 40.000 ciclos, podremos analizar una frecuencia de hasta 200.000 ciclos, en cuyo caso aparecerían cinco ciclos en la pantalla. Una tensión de 320.000 ci-

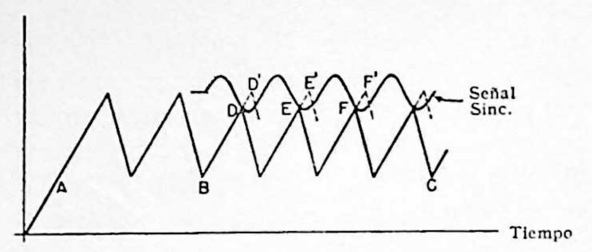


Fig. 3-10.—Oscilaciones libres y sincronización. Desde *A* a *B* no se aplica ninguna señal. Desde *B* a *C* el impulso de sincronización de la onda senoidal «detiene» cada diente de sierra en el mismo punto. Los puntos *D'*, *E'* y *F'* indican dónde estarían los dientes de sierra sin la sincronización (líneas de trazos).

clos produciría ocho ciclos completos en la pantalla. Esto no puede ser extremado, ya que llega a hacerse difícil estudiar la forma de onda cuando en ella aparecen demasiados ciclos. Hay otras limitaciones so-

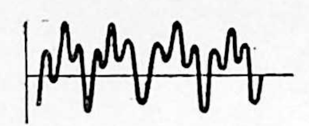


Fig. 3-11.—Aspecto de una onda real de sonido en el oscilógrafo (tono de 1.000 ciclos conteniendo armónicos).

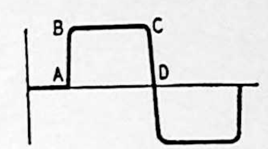


Fig. 3-12.—Una onda cuadrada. Las partes *A-B* y *C-D* resultarían alteradas si la curva de respuesta fuese precaria. La parte *B-C* sirve como confrontación de la fidelidad de frecuencia.

bre la frecuencia máxima que puede ser analizada, que mencionaremos oportunamente.

La onda en diente de sierra es importante, no por sí misma como tipo de variación de tensión en las aplicaciones de radio, sino porque es de utilidad en el análisis de otras ondas que nos interesan directamente. Una c.a. de onda senoidal es un buen ejemplo de tales ondas. La onda senoidal es la forma patrón de onda de c.a. Todas las otras formas de onda son variantes más o menos complicadas de este tipo fundamental. En la teoría superior de circuitos, los cálculos concernientes a ondas complejas de c.a. se efectúan por el procedimiento clásico de resolver (descomponer) la onda compleja en un número de ondas componentes, de las que cada una es una onda senoidal sencilla.

La mayor parte de los potenciales de c.a. estudiados con el oscilador de r.c. no son ondas senoidales sencillas o puras. Mientras la mayoría de generadores de señal de r.f. y a.f. producen tensiones de onda senoidal casi pura, las fuerzas electromotrices estudiadas son por lo general muy diferentes. Consideremos un audio amplificador: Casi todos los sonidos de la palabra y la música tienen forma de onda muy irregular y compleja (fig. 3-11). Sin embargo, como sería extraordinariamente difícil el análisis de tales ondas complejas en la pantalla de r.c., recurrimos a un expediente sencillo y satisfactorio, que conduce al análisis de ondas mucho más sencillas. Empleamos una forma patrón de onda de ensayo, tal como una onda cuadrada o una senoidal. Las conclusiones a que lleguemos en el estudio de tal onda patrón son aplicables igualmente a las ondas complejas, ya que, como arriba indicamos, las ondas complejas son combinaciones de ondas senoidales de diferentes frecuencias, amplitudes y fases.

La menos común de las formas de onda que sirven de patrón en los ensayos es la onda cuadrada, representada en la figura 3-12. Aunque más difícil de analizar y producir, la onda cuadrada proporciona

una verificación más exacta de la respuesta de un amplificador, especialmente cuando se desee que la respuesta de frecuencia sea uniforme y de banda ancha. Esto se debe a que la onda cuadrada es combinación de una fundamental y muchos armónicos, reuniendo así las caracterís-

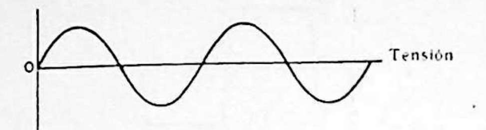


Fig. 3-13.—El tubo c.r. traza una onda senoidal de intensidad constante del haz. El brillo es uniforme en todo el ciclo.

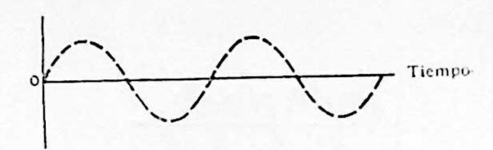


Fig. 3-14.—Traza de r.c. de intensidad modulada en onda senoidal. El haz fué interrumpido o se extinguió 12 veces aproximadamente durante cada ciclo.

ticas de baja y alta frecuencia. Cuando el ensayo de respuesta de frecuencia se efectúa utilizando esta onda, la fidelidad con que se reproduce la onda cuadrada en el amplificador es una buena indicación de ambas respuestas a las bajas y altas frecuencias extremas. Así, si en la figura 3-12 son duplicados sin alteración (distorsión) los lados AB y CD de la onda, esto indica una buena respuesta a la alta frecuencia. La mala respuesta en esta frecuencia daría lugar a distorsión en esta parte del ciclo. Si los lados laterales se inclinaran gradualmente en lugar de mantener su verticalidad, los ángulos rectos de la onda original se redondearían. La calidad de la respuesta en baja frecuencia puede ser apreciada por las porciones aplanadas del ciclo, designadas por BC. Como antes dijimos, la onda cuadrada no es más que un caso especial de onda senoidal. Es, en efecto, una onda senoidal fundamental combinada con ondas senoidales de frecuencias más altas. Como instrumento de pruebas, el generador electrónico de onda cuadrada es de diseño bastante complicado y de uso limitado. En cambio, para los usos de laboratorio es indispensable.

Modulación de intensidad e impulsos de ajuste

La mancha luminosa de la pantalla es ordinariamente de la misma intensidad o brillo, que depende de la emisión catódica, polarización de rejilla y potenciales aceleradores del tubo. Las placas de desviación verticales y horizontales mueven la mancha según la variación de los potenciales aplicados. Si, por alguna razón, variase la *intensidad* del haz, también variará el grado de iluminación de las figuras o imágenes en la pantalla, pero la forma no se alterará en nada. Así, en la figura 3-13, vemos dos ciclos de onda senoidal, con intensidad constante del haz. La figura 3-13, muestra los mismos dos ciclos, pero con interrupciones, o en línea de trazos. El haz electrónico fué interrumpido doce veces durante el ciclo polarizando otras tantas veces la rejilla del

tubo r.c. hasta el punto de corte. En la práctica, será fácil aplicar a la rejilla del tubo una señal de frecuencia 12 veces mayor que la frecuencia de ensayo. Aunque esta traza de impulsos o línea de trazos no es muy corriente en los trabajos de radiorreparación, la superposición de impulsos de ajuste es habitual en el alineamiento de MF de banda ancha y televisión. Por medio análogo al del ejemplo expuesto, es posible poner una o más marcas sobre una onda o banda en la pantalla de r.c. para indicar la anchura de la banda o las posicines de ciertos picos o crestas. Más adelante veremos la utilidad de estas marcas en la alineación de canales de MF, f.i., en televisión, discriminadores, etcétera.

Capítulo 4

Un oscilógrafo típico de rayos catódicos

El oscilógrafo de rayos catódicos que describimos en este capítulo es el típico como instrumento de reparación. Excepto en las adiciones y modificaciones especiales, la mayoría de oscilógrafos son iguales a éste en cuanto a montaje, diseño y conexiones del circuito. Los instrumentos más caros de laboratorio tienen más alta sensibilidad de desviación, más amplia respuesta de frecuencia y otros refinamientos apropiados para límites más amplios de tensiones.

La figura 4-01 es el esquema completo de un oscilógrafo de rayos catódicos de tres pulgadas. Para el estudio, hemos dividido el esquema en cuatro subunidades, designadas A, B, C y D e identificadas como sigue:

Unidad A -amplificador vertical
Unidad B -amplificador horizontal
Unidad C -generador de barrido
Unidad D -suministro de potencia

Examinaremos cada una de ellas y después veremos cómo funciona. La figura 4-01 *A* coresponde al amplificador vertical. Tiene una válvula 6SJ7 de triple rejilla, que trabaja como pentodo. La ganancia del paso es 50 aproximadamente. El circuito de entrada no tiene nada extraordinario, es como el de entrada de un amplificador. C_1 es el condensador de bloqueo de c.c. para impedir que llegue a la rejilla un alto potencial positivo de c.c. Generalmente es para 400 voltios, por lo que nunca debe aplicarse a este amplificador una tensión más alta. Si hubiese que examinar un punto de prueba de tensión más alta, se conectará un condensador cuya tensión de trabajo sea lo suficientemente alta, en serie con el terminal V. El control R_1 de GANANCIA VERTICAL es un potenciómetro ordinario de 0,5 megohmios, que actúa como control de entrada de señal. Los circuitos de cátodo y rejilla son completamente ordinarios. Del conductor indicado por INT trataremos des-

pués, al estudiar el conjunto. El circuito de placa es diferente de los empleados en un audioamplificador ordinario. La diferencia radica en

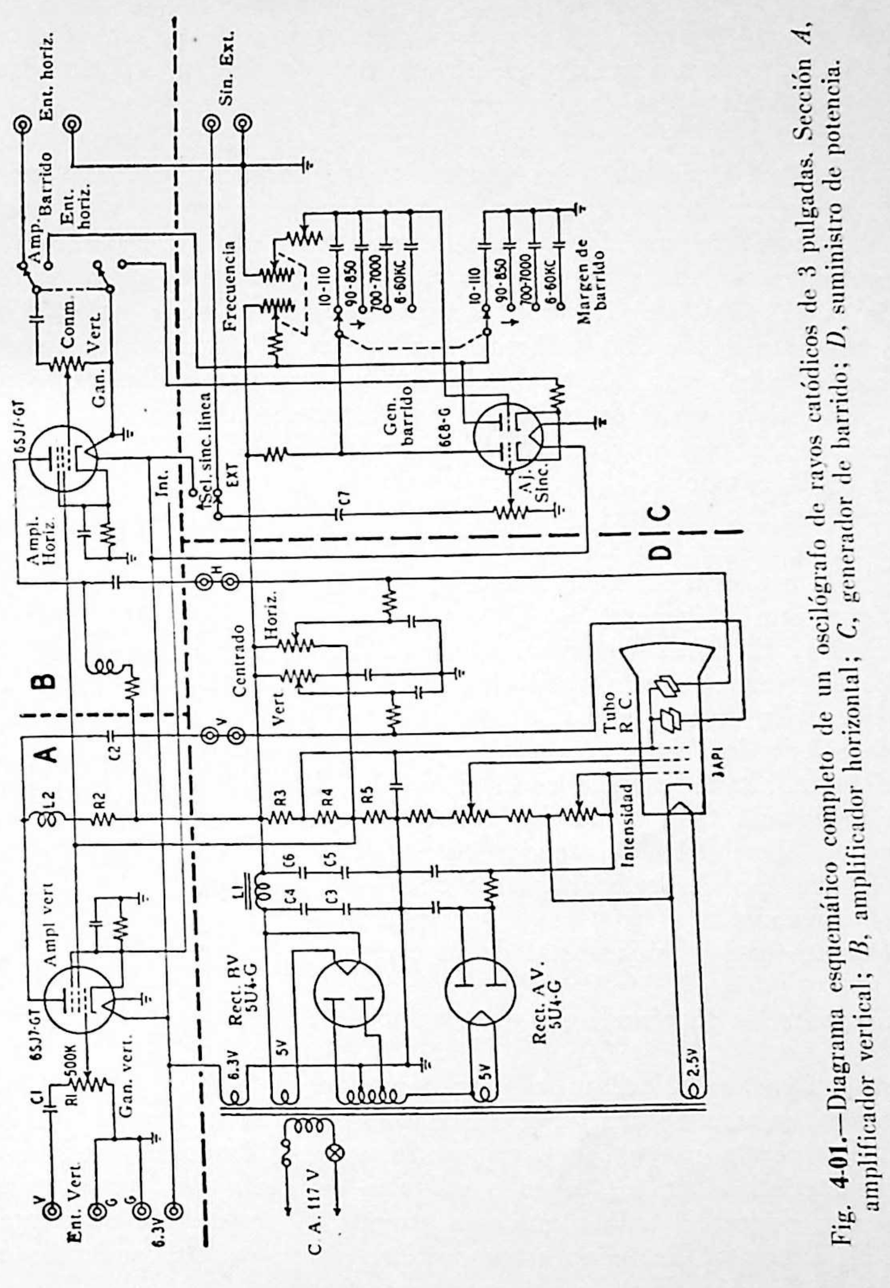


Fig. 4·01.—Diagrama esquemático completo de un oscilógrafo de rayos catódicos de 3 pulgadas. Sección *A*, amplificador vertical; *B*, amplificador horizontal; *C*, generador de barrido; *D*, suministro de potencia.

la bobina de compensación L_2 en serie con el resistor de carga de placa R_2.

Como se indica en el capítulo III, el amplificador vertical puede trabajar también con frecuencias que son tres o más veces elevadas que la frecuencia más alta de barrido. Suponiendo un máximo de

60 kilociclos para el oscilador de barrido, como es el caso en este instrumento, la señal o frecuencia de ensayo puede ser hasta de 180 kilociclos. El amplificador ordinario acoplado a resistencia, por ejemplo, trabaja con frecuencias hasta de 15 kc. solamente. Como el o.r.c. es un instrumento de medida, es importante que puedan ser amplificadas igualmente todas las frecuencias que hayan de observarse. Si las frecuencias más altas (u otras cualesquiera) se amplificasen menos, el oscilógrafo daría una falsa indicación de respuesta precaria en alta frecuencia del instrumento que se estuviese verificando, y en realidad la falta sería del oscilógrafo. Esta disminución en la respuesta en altas frecuencias es debida principalmente a las capacitancias shunt de la válvula y el paso amplificador. La proximidad o mala colocación de los componentes y el alambrado son causas adicionales que tienden a aumentar este efecto shunt. Veamos cómo se produce dicho efecto shunt.

Sabemos que en los pentodos son extraordinariamente pequeñas las capacitancias placa-rejilla, aproximadamente 0,005 $\mu\mu$f. Las capacitancias rejilla-cátodo (C_{gk}) y placa-cátodo (C_{pk}) son mucho mayores, generalmente 2 a 5 $\mu\mu$f para la rejilla y 10 a 12 para la placa. Estas capacitancias son, en efecto, condensadores shunt desde rejilla y placa a cátodo o tierra. En audiofrecuencias (por debajo de 15 kc.), sus efectos son por lo general lo bastante pequeños para considerarlos despreciables. En altas frecuencias, tales como de 180 kc en nuestro amplificador vertical, estos condensadores son caminos de baja impedancia a tierra. En consecuencia, el condensador presenta un decrecimiento en la salida de altas frecuencias. Un método corriente de corregir esta pérdida en alta frecuencia es la inserción de bobinas compensadoras de alta frecuencia tales como L_2 (sección A del esquema) en serie con la carga de placa del amplificador correspondiente. Estas bobinas tienden a contrarrestar el efecto shuntante de las capacitancias, como se explica a continuación.

Por la teoría fundamental de la c.a. sabemos que la reactancia de un condensador disminuye con el aumento de la frecuencia ($X_c = \frac{1}{2\pi fC}$; cuanto mayor es el valor de f, menor es el de X_c), mientras que la reactancia de una bobina aumenta cuando aumenta la frecuencia ($X_l = 2\pi f. L$; cuanto mayor es f, mayor lo es X_l). También sabemos por las características de los tubos o válvulas de vacío que, para un tubo y circuito dados, la salida aumenta cuando la resistencia de carga de placa R_1 aumenta. Teniendo estos dos hechos en cuenta, podemos comprender la función de la bobina compensadora.

En las bajas frecuencias, el efecto shunt de C_{gk} y C_{pk} es despreciable. Al mismo tiempo, la resistencia en c.a. de la bobina compensadora L_2 en el circuito de placa es también despreciablemente pequeña. Esto hace que la carga de placa sea aproximadamente igual a R_2 o sea 68.000 ohmios. Podemos considerar la salida en estas frecuencias como

normal. En las frecuencias medias, la reactancia de C_{gk} y C_{pk} disminuye cuando la reactancia de la bobina aumenta. Al aumentar aún más la frecuencia, los efectos continúan produciéndose en la misma dirección, X_c decreciendo y X_l aumentando, comportándose la combinación como un circuito resonante paralelo. Si no fuese por el resistor R_2, el circuito L-C presentaría un pico de resonancia en una sola frecuencia como en el caso de resonancia paralelo, pero el resistor actúa como carga, reduciendo la selectividad y aplanando la respuesta. Con una bobina compensadora adecuada para un tubo determinado y un resistor apropiado, el circuito puede ser de respuesta sustancialmente uniforme en el margen de frecuencias que se desee.

El otro componente de la sección A que requiere explicación es el condensador de bloqueo C_2. Es necesario este elemento, ya que la salida (placa) del amplificador alimenta una de las placas de desviación del tubo de rayos catódicos, las cuales están también a un cierto potencial de c.c., el necesario para el *centrado*. El condensador C debe ser bastante grande para que se presente baja impedancia a las frecuencias más bajas que existan en la salida del amplificador *vertical*. El amplificador *horizontal*, representado en la sección B, es idéntico al amplificador vertical con la única excepción del conmutador. Este conmutador hace posible amplificar la salida del generador local de barrido o la señal externa alimentada a los terminales ENT. HORIZ. Aunque las frecuencias del generador de barrido son considerablemente más bajas que las del amplificador vertical, el reforzamiento en altas frecuencias del amplificador horizontal en el circuito horizontal es, no obstante, necesario, ya que puede convenir alimentar una tensión externa de barrido, de frecuencias mucho más altas, en los terminales de la entrada horizontal (Conm. en la posición Amp). Estando en la posición de *barrido*, la entrada H se hace desde la salida del oscilador interior de diente de sierra. Volveremos sobre esto al tratar del esquema completo como conjunto.

La sección C es el esquema del generador de barrido u oscilador diente de sierra del tipo multivibrador, empleando un doble tríodo. Su funcionamiento es como el de los generadores de sierra en general, explicado en el capítulo II. Los controles y sus funciones son los siguientes:

I. MARGEN DE BARRIDO.—El control doble o dual sirve para el ajuste aproximado de frecuencia y puede ser comparado a un conmutador de banda en un receptor multibanda. Selecciona el margen de frecuencias entre las que puede sintonizarse el oscilador con ayuda de un control preciso de frecuencias. La mitad inferior de este control doble conmuta diferentes valores de capacitancia desde la placa de salida o final a tierra. Obsérvese que los valores grandes de capacitancia son los que se utilizan en las bandas de frecuencias más bajas, y viceversa. Este condensador es, en efecto, la impedancia de carga o de

salida, en cuyos extremos aparece la tensión diente de sierra. La mitad superior de este control conmuta los diferentes valores de los condensadores de acoplamiento, desde la placa del primer tríodo a la rejilla del tríodo de salida. Como la constante de tiempo de este circuito de acoplamiento es la que determina mayormente la frecuencia del multivibrador, una variación grande del valor de este condensador de acoplamiento da lugar a una variación proporcional en la frecuencia de salida.

II.—Frecuencia. — Este control es un potenciómetro doble, del que la mitad de la derecha varía la resistencia de rejilla del segundo tríodo mientras la mitad de la izquierda varía simultáneamente la tensión de placa del segundo tríodo y la corriente de carga del condensador de salida. La proporción de valores de los condensadores que se conmutan y los valores de los potenciómetros son tales que estos varían la frecuencia dentro de los límites de banda establecidos por el control de margen de barrido. Así, por ejemplo, en la posición 2 el margen está establecido para una banda comprendida entre 90 y 850 ciclos. El control de *precisión* sintonizará entonces el oscilador a una frecuencia comprendida entre 90 y 850 ciclos por segundo.

III. Ajuste de sincronismo.—Este control es semejante al control de ganancia en una rejilla de válvula audio amplificadora, pero solamente se utiliza como tal cuando se alimenta al multivibrador con una señal externa con fines de sincronización. Como se recordará, un generador diente de sierra de frecuencia autónoma, tiende a la inestabilidad, variando algo por encima y por debajo de la frecuencia útil. Puesto que la mayoría de las aplicaciones oscilográficas (la televisión) exigen una frecuencia exacta para la estabilidad de las figuras en la pantalla, a la rejilla del oscilador se aplica un impulso sincronizante que inicia cada ciclo engendrado en el mismo punto. Podría llamársele con propiedad acompasador de ciclo.

Es el esquema, el potenciómetro de Aj. Sinc. varía la magnitud de este impulso de sincronismo aplicado a la rejilla del primer tríodo. Esto es importante, ya que es conveniente que el valor de la tensión de sincronismo sea mínimo. Una amplitud excesiva de señal de sincronismo tiende a variar o distorsionar la salida del generador diente de sierra.

IV. Selector de sincronismo.—Este conmutador de tres posiciones permite usar a voluntad tres fuentes distintas de tensión de sincronismo. Volveremos a tratar de él en este mismo capítulo.

La sección final del o.c.r. está representada en D del esquema y en la figura 4-02. Es el suministro o alimentación de potencia de alta

y baja tensión combinadas. Teóricamente, la unidad se compone de dos alimentaciones: una con salida de unos 250 voltios de c.c. para los amplificadores y osciladores y otra que da unos 750 voltios de c.c. con intensidad de 1 miliamperio aproximadamente para el tubo de ra-

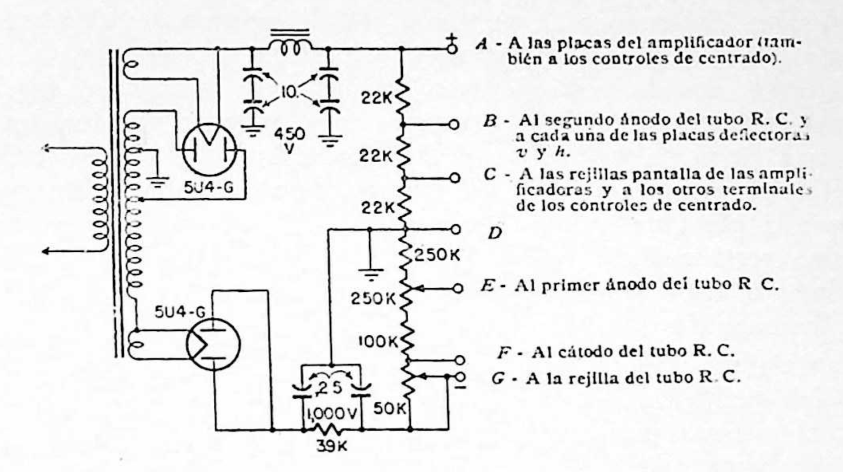


Fig. **4-02.**—Esquema simplificado de suministro doble de potencia. (El primer valor es la tensión a tierra; el segundo la tensión respecto al extremo negativo del suministro de potencia.) Punto *A*, +250, +750 V; *B*, +175, +675 V; *C*, +100, +600 V.; *D*, 0, +500 V; *E* (foco), —200 a —400, +100 a +300 V; *F*, —400 a —500, 0 a +50 V; *G* (intensidad), —500,0 V.

yos catódicos. En la práctica, no obstante, como indica el esquema, las dos unidades están combinadas en una para mayor sencillez. Un transformador de potencia único suministra todas las tensiones altas y bajas y para calefactor. Las tensiones de calefactor son las ordinarios y no requieren explicación. El sistema de alta tensión consiste en el arrollamiento usual de toma central, alimentando a las placas de la 5U4-G. Ésta, conjuntamente con L_1, C_3, C_4, C_5 y C_6, y los resistores de drenaje R_3, R_4 y R_5 constituyen la alimentación de potencia habitual. La tensión más alta para el tubo de rayos catódicos se obtiene como sigue: un segundo arrollamiento de alta tensión, sin toma central, se conecta en serie con el extremo inferior del arrollamiento de toma central. El otro extremo de aquel arrollamiento va el cátodo de la segunda rectificadora. Esta es también una válvula 5U4-G, pero con ambas placas unidas, formando un rectificador de media onda. Como la intensidad de corriente que se requiere de esta alimentación es muy pequeña (menos de 1 mA) y la tensión solamente se utiliza para el tubo de rayos catódicos, no es necesario un filtrado completo, sino que es adecuada la rectificación de media onda y son suficientes condensa-

dores pequeños. En consecuencia, no es necesario transformador con toma central, con el consiguiente ahorro de materiales, espacio y peso. Como ya existe una alimentación de 250 voltios, el arrollamiento de media onda no tiene más que suministrar la tensión adicional necesaria, que en general no es más de 500 voltios para un tubo r.c. de tres pulgadas. El exceso de carga en el suministro de 250 voltios debida a esta conexión serie es despreciable, siendo sólo de 1 mA aproximadamente. La figura 4-02, representa el sistema completo de la salida de tensiones, con la polaridades marcadas para indicar las tensiones relativas en varios elementos del tubo r.c. Obsérvase que los dos rectificadores están en serie entre sí. El cátodo de la 5U4-G de arriba es el punto más positivo de todo el sistema. Luego, siguiendo hacia abajo, viene la placa de potencial más alto y la de potencial más bajo de la misma rectificadora. Después está el cátodo de la segunda 5U4-G, y finalmente, el punto de potencial más bajo del sistema es la placa (dos placas unidas) de la rectificadora inferior.

Examinaremos ahora como alimenta esta unidad los diversos circuitos del oscilógrafo. Los puntos A y D son los de alto potencial y tierra del sistema, respectivamente, en el circuito de baja tensión. El punto A alimenta las placas de las rectificadoras y generador de barrido, en 250 voltios aproximadamente. El punto C, a unos 80 voltios sobre el potencial de tierra, alimenta las rejillas de las amplificadoras. El suministro de alta tensión, unos 750 voltios, está entre los puntos A y G. Partiendo del punto de potencial más bajo, la rejilla de señal o de control del tubo r.c. va al punto G, mientras el cátodo conecta el punto F a un potencial un poco mayor que el de rejilla. Por medio del potenciómetro de INTENSIDAD, puede variarse la resistencia y con ella la caída de tensión entre los puntos F y G, variando así la polarización negativa en la rejilla de control. Esto controla a su vez el haz electrónico y el brillo de la mancha, e, indirectamente, el tamaño de la misma. El primer ánodo, llamado ánodo enfocador, está unido al cursor del potenciómetro más alto, de foco. Variando el potencial positivo de dicho ánodo, puede concentrarse agudamente el haz y reducirse las dimensiones de la mancha en la pantalla. El segundo ánodo está unido al punto cuyo potencial sigue el más elevado del sistema. Es el ánodo acelerador y trabaja al potencial más alto de todos los elementos del tubo r.c. Obsérvese también que cada una de las placas de desviación horizontal y vertical está unida al mismo punto que el segundo ánodo. Cada una de las placas restantes está unida al cursor de un potenciómetro marcado CENTRADO. Hay dos de tales potenciómetros, uno para el centrado vertical y otro para el horizontal. Como cada cursor puede variar el potencial de la placa a que está conectado por encima y por debajo del potencial de la otra placa del par, la mancha puede ser desplazada a izquierda o derecha y por encima o por debajo del centro de la pantalla, según se desee.

Es interesante observar que aunque el segundo ánodo está a unos 675 voltios sobre el potencial de rejilla, solo está a unos 175 sobre tierra. En algunos oscilógrafos, el extremo positivo de la alimentación de alta tensión está conectado a tierra y la rejilla está a unos 750 voltios menos que el potencial de tierra. Esto es tanto por razones de comodidad como de precaución, ya que así se ponen al potencial del chasis algunos de los ejes de los controles, no influyendo en el funcionamiento del oscilógrafo puesto que no se altera la distribución de tensiones ni los potenciales de los elementos.

Instrumento de rayos catódicos en conjunto

Una vez estudiadas las diversas unidades que constituyen un oscilógrafo de rayos catódicos, examinemos el conjunto. Haciendo referencia a la figura 4-01 que es el esquema completo de un instrumento popular de 3 pulgadas, estudiaremos los controles restantes y detalles de circuito no estudiados en los diagramas parciales.

Los terminales de salida de 6,3 V pueden servir como fuente de potencial de calefactor para algún otro tubo, o tubos, utilizados en conjunción con el oscilógrafo. Por ejemplo, pueden ser utilizados donde se requiera una muestra de c.a. de las mismas características que el potencial de sincronismo.

Los pares de terminales marcados V y H en el centro del diagrama son para utilizarlos cuando no se desee amplificación vertical ni horizontal. Normalmente, están puenteados, como se indica. Cuando se desee conexión directa de señal a las placas de desviación, se quitan los puentes y la señal se inserta entre el terminal inferior y tierra. La fig. 4-03 representa las conexiones vistas desde fuera. Están generalmente detrás de la caja del oscilógrafo. Sin embargo, como la mayoría de señales requieren amplificación antes de ser aplicadas a las placas de desviación, pocas veces se emplean conexiones directas.

Debajo de la válvula 6SJ7 del amplificador horizontal está el conmutador marcado SELECTOR SINC., mediante el que se puede elegir entre tres diferentes generadores de impulsos de sincronismo para el generador de barrido. Obsérvese que el contacto giratorio o brazo de este conmutador conecta la rejilla de entrada del generador de barrido en serie con un condensador de bloqueo (a través del control AJUSTE SINC). El condensador tiene aproximadamente 0,25 μf, suficiente únicamente para bloquear una c.a. de baja frecuencia o c.c. El control AJUSTE SINC. varía, a su vez, la entrada de señal al generador diente de sierra, siendo diferentes las magnitudes que se requieren para el sincronismo en diferentes frecuencias y señales.

En la posición EXTERIOR de este selector se establece la conexión con un par de terminales, representados a la derecha y marcados SINC. EXT. los cuales se utilizan con algún otro tipo de tensión de sincronismo para el barrido. Puede ser ésta la de un audiooscilador patrón, que es más precisa o más conveniente a veces.

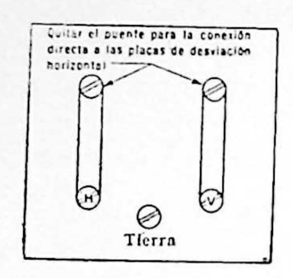


Fig. **4·03.**—Regleta de terminales para la conexión directa a las placas desviadoras del tubo r.c. (cuando no se utilizan los amplificadores *V* y *H*). Estos terminales son de alta tensión y deben estar perfectamente protegidos para evitar contactos accidentales.

En la posición INTERIOR del selector de barrido se conecta con una porción de la salida del amplificador vertical. Puesto que este amplificador trabaja con la señal que se ensaya, la sincronización interna implica siempre que el generador de barrido está en sincronismo con dicha señal, y sincronizado por ello. Éste es el método más corriente de sincronismo.

En la posición LÍNEA se utiliza la alimentación de 60 ciclos* como fuente de potencial de sincronismo. Obsérvese que lo conecta a la c.a. del circuito calefactor. Es la que se usa ordinariamente, ya que las redes de energía suelen ser muy estables y seguras, en cuanto a frecuencia y forma de onda. Una manera sencilla de utilizarla así sería verificar la exactitud de calibración de un oscilador con la misma frecuencia de la red, o un múltiplo entero, hasta un factor 10. En el capítulo siguiente explicaremos este procedimiento con detalle.

El conmutador indicado a la derecha de la válvula 6SJ7 del amplificador horizontal selecciona uno de dos métodos de funcionamiento. En la posición AMP, la señal de entrada horizontal es alimentada al amplificador horizontal y luego a las placas de desviación horizontales. Este es el caso cuando para la desviación horizontal del haz se emplea una tensión exterior de barrido y no la de diente de sierra local. Obsérvese que en tal caso no se utiliza para nada el oscilador de diente de sierra, quedando inoperante, desde luego, ya que la mitad inferior del conmutador abre el circuito rejilla-tierra de la 6C8-G.

En la posición BARRIDO se utiliza el oscilógrafo r.c. del modo más corriente. El cátodo del oscilador diente de sierra está conectado a tierra para el funcionamiento normal del tubo. La salida del generador del barrido alimenta ahora la entrada de un amplificador H. Este amplificador, a su vez, alimenta las placas de desviación horizontal del tubo r.c.

Resumamos ahora las funciones de todos los controles del o.c.r. Supongamos que se desea examinar la frecuencia y forma de onda de un oscilador audio de 100 ciclos. El procedimiento sería el siguiente:

* 50 en España. *(N. del T.)*

1. Enchufar el o.c.r. (Red de 115 voltios, 60 siclos). Poner el control CONECTADO-DESCONECTADO en la posición de CONECTADO por medio del botón o mando del control de intensidad.
2. Dejar que se calienten los filamentos durante 30 segundos y después girar más el mismo control hacia la derecha hasta que en la pantalla aparezca una traza suficientemente brillante.
3. Ajustar el control de foco (variando el potencial positivo en el primer ánodo) hasta que la mancha sea tan pequeña y precisa o nítida como sea posible.
4. Girar el control de centrado H hasta que la mancha esté a igual distancia desde ambos bordes laterales de la pantalla. Análogamente, girar el control de centrado V hasta que la mancha esté a igual distancia desde los bordes superior e inferior de la pantalla. La mancha estará así en el centro y correctamente enfocada.
5. Poner el conmutador SELECTOR DE BARRIDO en la posición de BARRIDO, ya que para éste estamos empleando el generador diente de sierra.
6. Poner el conmutador MARGEN en la posición 10-110 o en la 90-850; con cualquiera de ellas se pueden obtener los 100 ciclos. Ajustar la ganancia horizontal hasta que la mancha recorra la pantalla en dirección horizontal. No se moverá verticalmente puesto que no hay f.e.m. desviadora.
7. Conectar la salida del generador de 100 ciclos a los terminales de la entrada vertical del o.c.r. Ajustar la ganancia vertical para la desviación correcta en la pantalla. Como la señal de entrada es de aproximadamente 100 ciclos, es necesario ajustar la frecuencia diente de sierra a 100 ciclos aproximadamente. Esto se efectúa con el control de FRECUENCIA. No aparecerá un ciclo único en la pantalla. Para sincronizar exactamente o fijar la traza en la pantalla se ajusta el control de SINCRONISMO para alimentar el generador diente de sierra con suficiente tensión de señal, tomada a la salida del amplificador vertical. El ajuste correcto se pone en evidencia por la inmovilidad de la figura.

Como ya indicamos, puede ser conveniente tener dos, tres o más ciclos en la pantalla para la mejor observación. Para observar simultáneamente cuatro ciclos de la tensión de 100 ciclos que se ensaya, se pone el conmutador de MARGEN DE BARRIDO en la primera posición (10-110) y se ajusta el control de precisión hasta que el generador diente de sierra produzca unos 25 ciclos por segundo, lo que se comprueba por la aparición de 4 ciclos en la pantalla.

Finalmente, unas palabras de «precaución». Son extraordinariamente importantes, tanto que son cuestión de vida o muerte. En todos los instrumentos en que se empleen tubos de rayos catódicos,

hay peligro de convulsión o «shock», e incluso de muerte, por los altos potenciales. Un instrumento de 3 pulgadas puede tener un suministro o alimentación de 750 voltios o más. Un oscilógrafo de 5 pulgadas puede trabajar hasta a 2.000 voltios y un receptor de televisión de 10 pulgadas puede funcionar hasta a 10.000 voltios. Algunos receptores de televisión llevan un potencial mortífero de 25.000 a 35.000 voltios. En muchos oscilógrafos los terminales H y V indicados en el centro del esquema en la figura 4-01 no están suficientemente protegidos en la parte posterior de los instrumentos. Los reparadores pueden experimentar una desagradable conmoción, e incluso electrocutarse, al intentar mover o levantar el instrumento en el banco estando enchufado. Estos terminales deben estar adecuadamente cubiertos y protegidos contra cualquier contacto accidental. «Recuérdese que son un peligro mortal.»

Capítulo 5

Aplicaciones prácticas del oscilógrafo de rayos catódicos

Estamos ahora en condiciones de tratar de las aplicaciones del o.r.c. en el taller o en el laboratorio. Habiendo estudiado los principios en que está fundado y el funcionamiento del instrumento, podemos aprender a utilizar el oscilógrafo de un modo correcto en los problemas reales.

Para mayor sencillez, dividiremos todas las aplicaciones del oscilógrafo en estos grupos principales:

Grupo I-alineación
Grupo II-medidas
Grupo III-localización de averías

El grupo I incluye las siguientes:

1. Alineación para el ajuste de resonancia en los receptores de banda estrecha, tales como aparatos de c.a. y c.c. o universales, receptores de calidad media, etc.
2. Alineación del paso de banda de los receptores de alta calidad.
3. Alineación de banda ancha de los canales de frecuencia intermedia de M. F.
4. Alineación correcta de los discriminadores de M. F.
5. Alineación de los canales de f.i. de televisión.
6. Compulsación para la adopción correcta de la anchura de banda y forma de la curva de respuesta en los canales de f.i. de televisión.

La diferencia fundamental entre el método antiguo de alineación para el ajuste correspondiente a la resonancia y el método visual es que «a oído» e incluso con los sistemas de medidor de salida solamente se obtiene una indicación de la *amplitud* de la tensión de salida, sin tener mucho en cuenta la frecuencia. El moderno método de alineación visual permite al observador *ver* realmente la forma de la curva de respuesta y apreciar así la salida *en todas y cada una* de las frecuencias

de la banda deseada. La importancia de esto es obvia. Es *indispensable* la alineación en MF y televisión, estableciendo la diferencia entre una buena fidelidad y una distorsión inadmisible en los canales de sonido en MF, y entre un excelente detalle y una pésima calidad de imagen en televisión. Como lo que queremos es observar una *banda* de frecuencias y no la curva de resonancia en una sola frecuencia como en el procedimiento antiguo de alineación, necesitaremos un tipo diferente de generador de señal; éste es el generador de barrido de frecuencia modulada.

El generador de señal de frecuencia modulada o, como se le llama habitualmente, el generador de barrido, es esencialmente un generador de señal que varía periódicamente por encima y por debajo de cualquier frecuencia central elegida. Por ejemplo, cuando tal generador está ajustado a 465 kc, con un barrido de ± 5 kc, generará una serie de frecuencias sucesivas desde 460 a 476 kc. Por otra parte, repetirá esta serie de frecuencias sucesivas de modo regular y periódico. Si la sucesión se repite con bastante rapidez, de 30 veces por segundo por lo menos, observaremos en la pantalla de rayos catódicos una *banda* de frecuencias de 10 kc de anchura, extendiéndose desde 460 a 470 kc. Puesto que la anchura de un canal de f.i. es también 10 kc, habremos observado el canal completo de f.i. como si trabajásemos en un receptor. De las diversas variedades de generador de barrido que se construyen, una de las más sencillas, aunque no muy generalizada, es la del tipo de condensador giratorio. Un motor, conducido a velocidad fija de unas 3.600 revoluciones por minuto (60 ciclos por segundo), está acoplado al rotor de un pequeño condensador de sintonía. Este condensador está en paralelo con el circuito principal de sintonía del oscilador, por lo que, cuando el condensador está en posición media, la frecuencia del oscilador es la nominal o de valor central. Cuando las placas móviles del condensador se separan de las fijas, la frecuencia del circuito se hace mayor y, cuando se interponen, la frecuencia central disminuye.

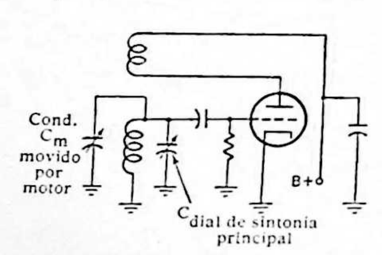


Fig. **5-01**.—Sección osciladora de un generador de señal MF movido por motor.

La figura 5-01 representa una parte del circuito sintonizado del generador de señal. El condensador acoplado al motor forma parte del sistema de sintonía, de modo que con el condensador en la posición de su 50% de la capacidad máxima, la frecuencia de salida es 465 kc. La curva de respuesta de esta frecuencia única sería como la representada en la figura 5-02 *a*. Cuando el motor arrastra el condensador desde la posición del 50% de capacidad a la de capacidad total, la frecuencia varía desde 465 a 460 kc. y la curva correspondiente sería como la de la figura 5-02 *b*. Esta curva no es sino una variante de la

curva de frecuencia única representada en la de la figura 5-02 *a*, desde derecha a izquierda. Como la variación de frecuencia se produce en un tiempo muy breve, podremos ver la curva completa en la pantalla (figura 5-02 *a*). Si el condensador permaneciese en la posición de máxima

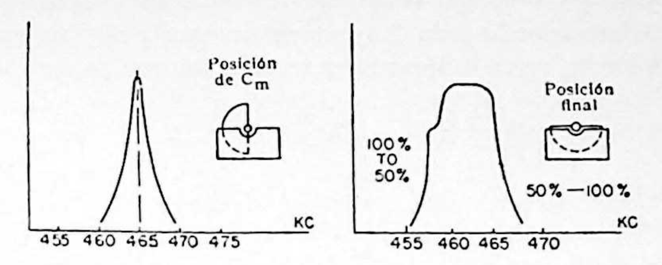


Fig. **5-02** *a* (izquierda).—Curva de respuesta en la posición media del condensador arrastrado por motor

Fig. **5-02** *b* (derecha).—Curva de respuesta correspondiente al tiempo durante el cual el condensador arrastrado por motor aumenta su capacitancia desde el 50 al 100 % de su valor máximo. Durante el tiempo en que vuelve del 100 al 50 % de este valor, la curva se repetirá, superponiéndose a la anterior.

capacitancia, la curva sería como la de la figura 5-02 *a*, excepto que estaría situada en la posición correspondiente a 460 kilociclos en lugar de 465. Pero como el condensador continúa girando y su valor vuelve al de partida (50% con placas en posición media) la salida del oscilador reproduce la curva de respuesta en 461, 463 y 465 kc. y se repiten todos los valores comprendidos entre estos puntos. Entonces la curva está siendo trazada de nuevo y siempre se confunde con la anterior. Cuando el condensador continúa girando hacia la posición de capacitancia mínima, se generará una curva similar de respuesta, iniciándose ahora en 465 kc y llegando a 470 en la capacitancia mínima, según la figura 5-02 *c*. Si continúa girando el condensador, volviendo a la posición media, la curva se repetirá y se confundirá con la precedentemente engendrada. Si la rotación del condensador es bastante rápida, ambas curvas se verán simultáneamente. La figura 5-03 ilustra la curva de respuesta total en una rotación completa de 360° del motor (1/60 s.).

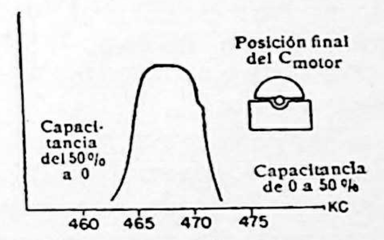


Fig. **5-02** *c*.—Curva de respuesta durante la separación máxima de las placas del condensador, desde el 50 % a cero y vuelta al 50 %.

Ahora tenemos dos curvas completas de respuesta en la pantalla. Solamente será necesario aumentar la frecuencia de barrido lo suficiente para superponer estas dos curvas al observar la alineación. Así, si la frecuencia del rotor es 60 ciclos por segundo, un barrido de o.r.c. de 120 ciclos nos daría una respuesta de una sola imagen. (El barrido

del o.r.c. exploraría la pantalla dos veces en 1/60 segundo, al mismo tiempo que el oscilador de barrido genera dos curvas completas de respuesta). La figura 5-04 muestra la curva de respuesta única resultante.

Una advertencia acerca de la simetría de las curvas. Pocas veces ocurre que la curva de respuesta sea absolutamente simétrica, debido a que los amplificadores no son *exactamente* lineales para *todas* las frecuencias. Por esto hemos dibujado las curvas con un poco de protuberancia en uno de los lados, para indicar la dirección en que se supone que están

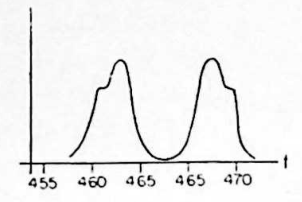


Fig. **5-03**. — Curva de respuesta global para rotación de 360 grados del condensador arrastrado por motor. Frecuencia del motor, 60 ciclos (3.600 r.p.m.); frecuencia de barrido, 60 ciclos.

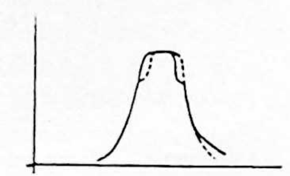


Fig. **5-04**. — Traza combinada, curvas de respuesta superpuestas. Frecuencia del motor, 60 ciclos; frecuencia del barrido o.r.c., 120 ciclos.

engendradas. Cuando se superponen estas curvas, la coincidencia no será total, pero para todas las aplicaciones de la práctica basta con que coincidan las crestas.

Hay otros medios de generación de barrido, unos mecánicos y otros electrónicos, pero solamente difieren en el procedimiento, no en los resultados. El método electrónico es el más empleado en los modernos instrumentos.

Mencionaremos y explicaremos brevemente dos de los más generalizados. El primero (RCA) utiliza un procedimiento análogo al de condensador movido con motor antes descrito. Un oscilador push-pull tiene parte de su capacitancia de sintonía en la forma de condensador de estator dividido y placas concéntricas. Físicamente, es como dos envases de lata cilíndricos adaptados uno dentro de otro. Uno de ellos, el estator, está cortado a lo largo y las dos mitades están aisladas entre sí. Cada una de estas secciones está conectada a un extremo del circuito oscilador. El segundo cilindro, en una pieza, está aislado de tierra y fijado a una forma modificada de bobina móvil de altavoz. Cuando la bobina es excitada, de modo parecido al de un altavoz ordinario, el cilindro rotor se mueve con la bobina móvil, lo mismo que el cono de papel de un altavoz. Este movimiento de entrada y salida o de vaivén del estator dividido produce una variación en la capacitancia y por consiguiente en la frecuencia del oscilador push-pull. El resultado es la salida de frecuencia modulada. Como la bobina móvil trabaja gene-

ralmente con una fuente de 60 ciclos, la frecuencia de modulación es 60 ciclos. Por otra parte, como el valor de la tensión aplicada a la bobina móvil es ajustable, la distancia que se moverá el rotor también lo será, del mismo modo que la intensidad de una señal audio hace variar la distancia de desplazamiento del cono del altavoz. Variando la distancia del desplazamiento del rotor, también varía la capacitancia del condensador de rotor dividido, de lo que resulta la variación de anchura de banda del barrido. En el instrumento, el dial está marcado no en entradas de tensión a la bobina móvil (que incidentalmente es de 0 a 120 voltios), sino en anchura de banda (megaciclos), generalmente de 0 a 10 mc.

Otro método corriente de producir las señales de frecuencias moduladas en el sistema de modulación de reactancia es uno que está basado en que en ciertas válvulas es posible variar la transconductancia (G_m) variando la polarización de rejilla. De ello resulta una amplia variación en la corriente de placa. Esta corriente puede ser c.c. o c.a. de la frecuencia conveniente, incluyendo r.f., según sea el modo de funcionamiento y la entrada de señal en la válvula.

En la práctica, en un sistema de modulación de reactancia, el oscilador de r.f. cuya frecuencia deseamos modular está acoplado a la válvula de reactancia. Así, la corriente de entrada en ella y, por consiguiente, su corriente de placa es de r.f. Cuando después apliquemos una señal a su rejilla (generalmente c.a. de 60 ciclos, aunque puede aplicarse cualquier otra frecuencia), se dice que la válvula está modulada. La corriente de placa r.f. variará entonces de acuerdo con la entrada de rejilla. Además el circuito de placa está dispuesto de modo que esta corriente variable de r.f. circule a través del circuito tanque del oscilador (circuito LC que determina la frecuencia del oscilador). Esto equivale a variar el valor de L o C del sistema resonante del oscilador y la frecuencia variará ahora por encima y por debajo de la frecuencia nominal en concordancia con la señal de c.a. aplicada a la rejilla de la válvula de reactancia. El grado de variación, correspondiente a la anchura de banda del generador de barrido, está regido por la amplitud de la tensión de rejilla de la válvula de reactancia. Resultará en definitiva que el generador de barrido de MF tendrá anchura variable de barrido, tal como requieren los diferentes tipos de procedimientos de alineación.

A propósito de la modulación por reactancia, conviene mencionar brevemente el uso de este principio en relación con un c.a.f. (control automático de frecuencia). Esta característica está siendo profusamente adoptada en los modernos circuitos de sintonía de televisión, incluso en los automáticos (Philco). A primera vista, el propósito de la modulación de reactancia en estos ejemplos parece ser precisamente el opuesto al mencionado precedentemente. Pero, aunque en el caso de la sintonía automática o con c.a.f. la modulación por reactancia se utiliza para prevenir los cambios de frecuencia, no hay contradicción de prin-

cipio entre la generación de barrido y la aplicación de la modulación de reactancia. En *ambos casos* se utiliza la modulación de reactancia para variar la frecuencia del oscilador. No obstante, en el caso de los circuitos de sincronización y sintonía automática, la variación está calculada para cancelar un deslizamiento accidental de frecuencia, debido a impulsos parásitos, variación de temperatura, etc. Así, cuando un oscilador fluctúa fuera de su frecuencia nominal, el modulador por reactancia (un sistema de c.a.f.) restablece la frecuencia en su valor normal. El circuito está proyectado de manera que no se produzca ninguna variación en tanto el oscilador trabaje en su frecuencia correcta. Esto requiere sencillamente un circuito discriminador, que no da polarización alguna al modulador por reactancia en la frecuencia correcta y en cambio da polarización correctora, de la magnitud y polaridad adecuadas, cuando el oscilador trabaja fuera de su frecuencia.

Procedimiento para el ajuste de resonancia

Veamos algunos casos prácticos de alineación visual. La figura 5-05 representa el montaje típico para el ajuste de resonancia en un aparato universal. Aunque según los diversos modelos de fabricación habrá algunas diferencias en los métodos y posiciones de la señal de entrada y los indicadores de salida, las diferencias no son fundamentales, y por consiguiente estos ejemplos típicos serán satisfactorios.

El procedimiento detallado es como sigue:

1. Dejar que el equipo se caliente durante 10 minutos por lo menos (con inclusión del receptor).
2. Desconectar la antena y conectar la salida del generador de señal entre la rejilla mezcladora y tierra.
3. Cortocircuitar la salida del oscilador dando tierra al condensador sintonía del oscilador, quitando la válvula si es de oscilador separado y los calefactores no están en serie.
4. Cortocircuitar la tensión del c.a.v. dando tierra el conductor general del mismo o por cualquier otro medio conveniente.
5. Conectar la entrada vertical del o.r.c. entre los puntos V y T a través de la entrada audio del receptor.
6. Ajustar el generador a la frecuencia central para el receptor especificado. Ajustar el barrido a 10 kc.
7. Ajustar los controles del o.c.r. para el enfoque correcto, intensidad adecuada y ganancia apropiada V y H.
8. Ajustar la frecuencia de barrido, aproximada y de precisión, hasta que aparezca una sola imagen.

9. Alinear los trimmers A,B,C y D, en este orden, hasta obtener una curva lo más alta posible, con buena simetría y de bordes lisos (hay que procurar especialmente que no sean mellados).
10. Quitar los cortos de los circuitos oscilador y c.a.v.

Como este receptor no es de alta calidad, la alineación para el ajuste correspondiente a la resonancia es todo lo que requiere.

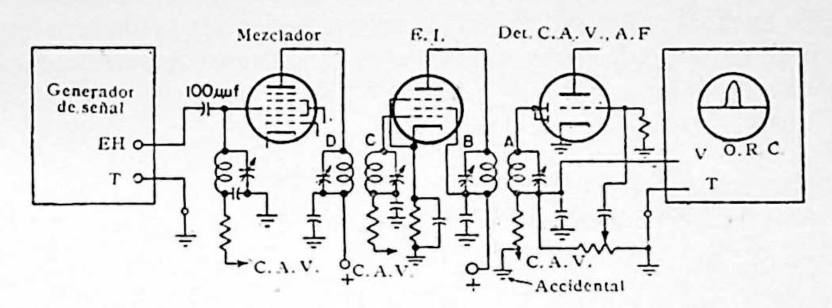


Fig. 5-05. — Montaje típico para alineación de receptor pequeño universal, c.a./c.c.

PRECAUCIÓN.—Muchos receptores universales tienen el chasis a potencial mayor que el de tierra y es probable que capten la c.a. Sin embargo, con un condensador en serie a la entrada, es mucho más sencillo alinear con el oscilógrafo que con un medidor de salida. Un pequeño rizo de c.a. en la curva de respuesta no impide la alineación correcta, como ocurre frecuentemente cuando se efectúa a oído e incluso con medidor de salida.

Alineación de la banda de paso o banda ancha

Procede efectuarla en la mayoría de receptores de MA de calidades alta y media. El procedimiento es más complicado y exacto. Suponiendo un aparato con dos pasos de f.i., procederemos como sigue:

1. Dejar calentar el equipo lo suficiente.
2. Cortocircuitar los circuitos de entrada de antena, oscilador y c.a.v.
3. Conectar la entrada vertical del o.r.c. al resistor de carga del segundo detector, puntos V y G de la figura 5-06.
4. Ajustar los controles del oscilógrafo (tales como los de intensidad, foco, ganancia, etc.) para las condiciones normales de funcionamiento. Reajustar después si es necesario.

5. Ajustar la frecuencia del barrido del o.r.c. a unos 120 ciclos o al doble de la frecuencia de barrido del generador de señal, si ésta no es de 60 ciclos. En algunos generadores de barrido hay un enchufe o borne (puede estar marcado «barrido OCR» o «Sinc. barrido») que suministra una muestra de la tensión de modulación utilizada en el generador para obtener la MF. Cuando se aplica esta tensión a los terminales «Entrada-H» del ORC, eliminándose con el conmutador el generador interior diente de sierra, se obtiene siempre sincronización positiva de la figura. Esta es el más satisfactorio de todos los tipos de tensiones de barrido, ya que proporciona el sincronismo automático.

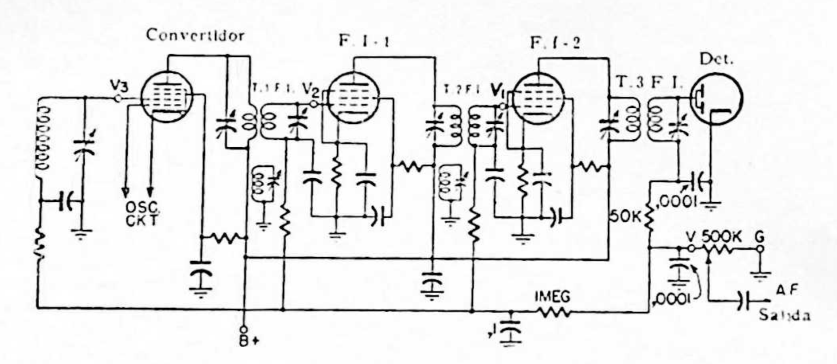


Fig. 5-06. — Típico amplificador f.i. de un receptor de buena calidad. Los puntos de conexión del generador: V_1, V_2 y V_3, cada uno a tierra. NOTA: El tercer arrollamiento en los transformadores primero y segundo de f.i. se emplea algunas veces como medio de obtener una respuesta de banda ancha. (Véase texto.)

NOTA.—Cuando el generador no tiene salida de sincronismo, puede utilizarse la unidad representada en la figura 6-31 como fuente exterior sencilla de barrido a 50 ciclos, la cual proporciona mucho mejor sincronización que el circuito interior de sincronismo del oscilógrafo. Para usar la unidad, se la conecta a los terminales de entrada horizontal, eliminándose con el conmutador el barrido horizontal.

6. Conectar la salida del generador de barrido entre la rejilla y tierra del último tubo f.i. (puntos V_1 y G en figura 5-06) y ajustar el generador de salida para tamaño normal de la curva en la pantalla. Reajustar los controles de ganancia V y H en el oscilógrafo para continuar las operaciones.
7. Alinear los trimmers de secundario y primario, en este orden, en el paso que se esté verificando, para la máxima coincidencia de las curvas de respuesta, tal como se indica anteriormente.
8. Llevar otra vez la entrada del generador a la rejilla de la primera válvula (puntos V_2 y G de la figura 5-06). Reajustar la salida del generador de señal para el tamaño correcto de la curva.

9. Realinear *este paso solamente*, como antes, para la mayor coincidencia de las trazas, *no variando la alineación del último paso.*
10. Repetir este proceso con el paso convertidor, aplicando la salida del generador a los puntos V_3 y G de la figura 5-06.

Las curvas de respuesta de los buenos aparatos de precio medio serán como la de la figura 5-07 y los de un receptor con pasa-banda serán como las de la figura 5-08. Las figuras 5-09 *a* y *b* muestran curvas de respuesta mal alineadas, dando lugar al corte de frecuencias en uno u otro extremo de la banda.

Para un receptor que tiene más de dos pasos f.i. (no es lo corriente, salvo en los receptores de MF y televisión [TV]), el procedimiento es

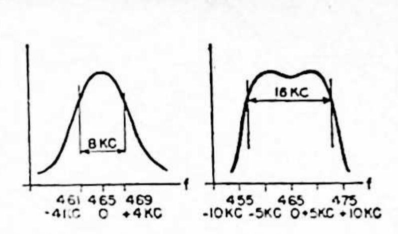
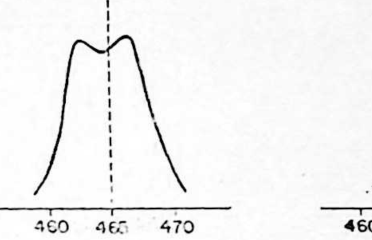


Fig. 5-07 (izquierda). — Curva de respuesta de un receptor de calidad media, la anchura de banda es de unos 8 kc.

Fig. 5-08 (derecha). — Curva de respuesta de un receptor de alta fidelidad; la anchura de banda es de 16 kc. aproximadamente.



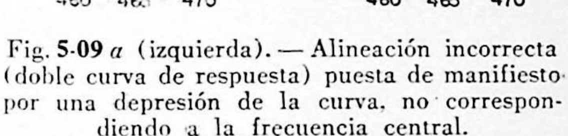


Fig. 5-09 *a* (izquierda). — Alineación incorrecta (doble curva de respuesta) puesta de manifiesto por una depresión de la curva, no correspondiendo a la frecuencia central.

Fig. 5-09 *b* (derecha). — Alineación incorrecta (curva sencilla de respuesta) indicada por la simetría de la curva.

el mismo, repitiéndose las operaciones indicadas para cada transformador f.i., en el mismo orden que antes.

Hay receptores en que la anchura de banda y el aplanamiento de cresta se controlan por un tercer circuito sintonizado, llamado terciario, trampa de onda o circuito de carga. No es esto corriente en receptores de radiodifusión de MA pero lo es bastante en los aparatos de televisión y MF, y nos ocuparemos de ello en relación con el procedimiento de alineación de receptores de TV y MF.

Hasta ahora hemos explicado el alineamiento visual en aquellos casos en que puede ser útil un oscilógrafo empleado como indicador de salida, aunque no absolutamente necesario, (como ocurre en ajuste de resonancia de los receptores pequeños universales), o bien, casi imprescindible (como en el caso de los receptores de banda ancha, llamados de alta fidelidad). El método visual en estos casos es mucho más breve y, hasta cierto punto, contribuye a mejorar el trabajo de alineación. Sin embargo, en todos estos casos hubiera sido posible realizar una alineación satisfactoria utilizando un generador de señal y un medidor

de salida. En cambio, en los casos que siguen es indispensable el método del o.r.c. Si se intentase alinear a oído o con un medidor de salida es casi seguro que no podría evitarse que resultase distorsión, oscilación, banda lateral y mala calidad en el receptor de televisión.

Veamos primero el procedimiento para aparatos de MF, aplicable a un receptor de MF y al canal de sonido de todos los aparatos de televisión.

En la radiodifusión de MF la señal transmitida flutúa en una banda de ± 75 kc, pero el canal de sonido en MF de una estación de televisión tiene una fluctuación de ±25 kc solamente. Por tanto, el receptor de radiodifusión de MF tendrá como mínimo una banda uniforme

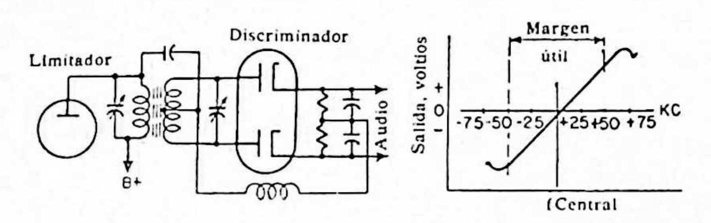


Fig. 5-10 (izquierda). — Circuito típico de discriminador.
Fig. 5-11 (derecha). — Curva de respuesta de un discriminador con barrido de 60 ciclos en el o.r.c. Los trazos verticales son las líneas de escala en la pantalla.

de paso de 150 kc y la sección de sonido en MF del receptor TV, una de 50 kc. No obstante, el procedimiento de alineación es idéntico en ambos casos. El generador de señal se ajusta a un barrido de 200 a 600 kc, margen más amplio que el de cualquier otro tipo de banda de paso de receptor.

Según lo indicado anteriormente, el canal f.i. de MF se asemeja mucho al canal MA de alta fidelidad, con la sola diferencia de que la anchura de banda es mayor en el primero. Sin embargo, el segundo detector del aparato de MA es ahora reemplazado por un *dicriminador*, que es un tipo modificado de detector de audio en que la salida se produce por desviación, por encima y por debajo de la onda portadora. La figura 5-10 es el esquema de un discriminador típico y la figura 5-11 la curva de respuesta correspondiente.

Alineación de discriminador de MF

Para alinear el discriminador de MF:

1. Inhabilitar el oscilador de alta frecuencia y dejar que se calienten los filamentos durante 10 minutos por lo menos.
2. Ajustar el generador de señal a la frecuencia intermedia correcta para el receptor que se alinea. Ajustar el barrido a una frecuencia comprendida entre ±100 y ±200 kc. Si se dispone de

ellos, consultar los datos de fabricación para el ajuste a la anchura exacta de banda de barrido.

3. Conectar la salida del generador de señal a los puntos Gl y tierra de la figura 5-12, entrada del último paso limitador (suponiendo que la f.i. no haya sido alineada aún). En el caso de aparatos que no tengan pasos limitadores, el generador se conecta al circuito de rejilla del último paso f.i.

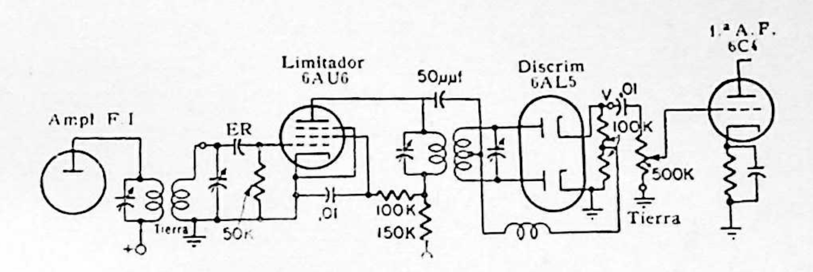


Fig. 5-12. — Pasos limitador último de f.i. (pueden ser uno o dos), discriminador y primero de audio en un receptor de MF. Están indicados los puntos de las conexiones de entrada y salida.

4. Conectar la entrada vertical del oscilógrafo a los puntos V y Tierra en la figura 5-12. Son éstos los de entrada del primer paso de audio.

5. Ajustar los controles del oscilógrafo para obtener las figuras adecuadas. Estos ajustes son:

   Control de intensidad para el brillo correcto del trazado.

   Control de foco para forma adecuada.

   Alinear el circuito de barrido interno con el conmutador. Conmutar la fuente de barrido desde el generador de barrido si hay terminales de barrido o desde la fuente de barido representada en la fig. 6-31, a los terminales de entrada H del o.r.c.

   Ajustar los controles de ganancia horizontal y vertical del o.r.c. para el tamaño de la imagen en la pantalla.

6. Alinear los núcleos o los trimmers del primario y del secundario del transformador discriminador hasta obtener una curva como la representada en la figura 5-11 aproximadamente. Se observará que la linearidad y la simetría de la curva dependen mayormente del ajuste del primario.

Por lo que se refiere a la operación 6, la razón de efectuarla es que en la mayoría de discriminadores que actualmente se emplean (excepto en el tipo Philco de oscilador sincronizado, que se detalla después) el transformador tiene toma central, con el doble fin de sintonizar al máximo la entrada de señal de f.i. al discriminador, ya que esto produce la salida máxima, y sintonizar al mínimo la salida en la frecuencia cen-

tral (a cero si es posible), que corresponde a la portadora no modulada. Como el discriminador es del tipo de tapa pasabanda que se extiende por encima y por debajo de la frecuencia central de la f.i., la alineación dará bandas de paso *simétricas* a los dos lados del punto medio. Por otra parte, como este punto medio es la frecuencia central, o sea la frecuencia intermedia nominal de la señal, en que no existe modulación, cualquier salida apreciable que hubiera en este punto sería incorrecta. De aquí la alineación del secundario para la fase apropiada y tensiones iguales en cada mitad de este secundario, dando salida cero *neta*.

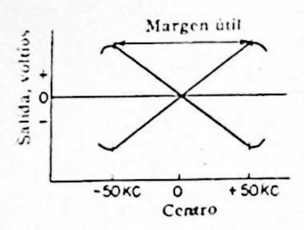


Fig. 5-13. — El barrido de 120 ciclos origina la curva de doble respuesta del discriminador.

Un tipo más corriente de curva de respuesta del discriminador es la representada en la figura 5-13. Se obtiene ésta cuando el barrido del o.r.c. es 120 ciclos en vez de 60. Así es algo más fácil alinear, puesto que la disimetría y la intersección impropiamente establecidas son más fáciles de ver. Para alinear con esta curva, procédase como antes, excepto que la simetría de ambas curvas no se obtiene ahora con la sintonía del primario, mientras que la intersección en la frecuencia central (resonancia) se obtendrá sintonizando el secundario del discriminador.

Otro método de detección de MF que se emplea en algunos aparatos baratos de MF y televisión es la llamada *detección por pendiente*. Como en esencia su alineación es f.i., trataremos de ella entre los procedimientos de alineación de f.i.

Pasos MF de f. i.

A diferencia de los receptores de amplitud modulada, cuya banda de f.i. tiene una anchura de 3 y 10 kc, el receptor de frecuencia modulada requiere una banda cuya anchura sea de 50 a 250 kc para funcionamiento de alta fidelidad. Hay tres métodos usuales de obtener esta anchura de banda. El primero está ilustrado en la figura 5-14 donde los transformadores f.i. de interetapa tienen un arrollamiento terciario sintonizado, siendo el ajuste de este arrollamiento el que determina la anchura de banda de este paso por actuar como carga en el mismo. Como el «Q» o agudeza de la curva de respuesta disminuye con la carga del circuito, cualquier dispositivo que absorba potencia del circuito (resistor shunt, rectificador o trampa de absorción), carga el sistema y aplana la curva, dando una respuesta de característica más ancha. Un circuito paralelo sintonizado tal como este terciario absorberá la mayor cantidad de energía del circuito cuando esté sintonizado

a la misma frecuencia de éste. Siendo ajustable en frecuencia, puede hacerse que el terciario consuma más o menos corriente del circuito, haciendo posible ajustarlo a la anchura de banda que se desee.

El segundo tipo de canal f.i. de MF, representado en la figura 5-15, tiene un transformador de tipo ordinario con primario y secundario

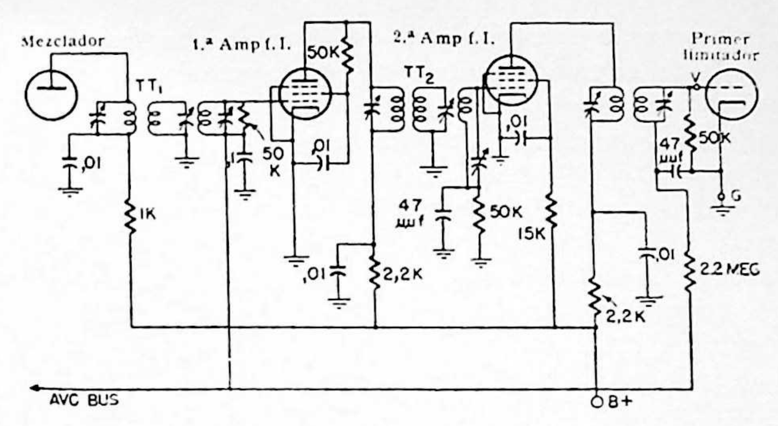


Fig. 5-14 — Canal f.i. de banda ancha de MF. La anchura de banda se obtiene por medio de las «trampas de onda» terciarias TT_1 y TT_2.

sintonizados y la adición de resistores de carga en paralelo con los arollamientos de primario y secundario. Estos resistores reducen la agudeza de la curva, dando curvas de respuesta más anchas y aplanadas. Cuanto menores sean los valores de dichos resistores, más extendida será la curva.

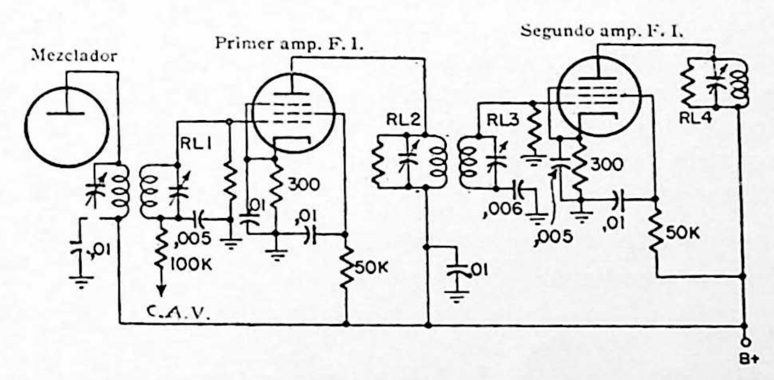


Fig. 5-15. — Otro tipo de canal f.i. MF de banda ancha, utilizando el tipo normal de transformadores f.i. con resistores de carga. Los primarios y secundarios están sintonizados a la misma frecuencia aproximadamente.

El tercer tipo de f.i. de banda ancha es el sistema de sintonía alternativa. El circuito se asemeja a un canal de f.i. ordinario (Fig. 5-15 sin los resistores de carga). La anchura de banda en este sistema depende del ajuste correcto crítico de los circuitos sintonizados de primario y secundario a las distintas frecuencias dentro de la banda de paso

que se desee en el amplificador. Estas diferentes frecuencias se eligen de modo que proporcionen una respuesta global aplanada dentro de los límites del canal de f.i. Muchos receptores de televisión emplean este tipo de sistema f.i. de banda ancha.

Para alinear el tipo de tres arrollamientos de canal de f.i.:

1. Desconectar o inhabilitar el oscilador de alta frecuencia y dejar calentar el equipo durante el tiempo necesario.
2. Ajustar el generador de señal a la frecuencia central correcta.
3. Ajustar el generador de barrido a una frecuencia comprendida entre ± 50 y 300 kc.
4. Ajustar los controles del oscilógrafo para obtener la figura correcta.
5. Conectar la entrada vertical del oscilógrafo entre los puntos V y G (tierra) en la figura 5-14. Esto supone que ha sido alineada la entrada del limitador como se indica precedentemente.
6. Aplicar la salida del generador de señal entre la rejilla de f.i. y tierra. (Ver las especificaciones del fabricante en lo que se refiere al condensador, si lo hay, en serie con el lado de alta del generador de señal. Generalmente, 0,05 μf es lo adecuado para el último paso de f.i., y 50 $\mu\mu$f para los otros).
7. Alinear primario y secundario del último transformador de f.i. para la máxima desviación vertical (crestas).
8. Alinear el arrollamiento terciario para la máxima anchura de banda. *No ensanchar la banda una vez pasado el punto en que la desviación vertical comienza a decrecer bruscamente.*
9. Aplicar el generador de señal en el circuito de rejilla del paso mezclador y reducir la salida hasta que la figura en la pantalla sea del tamaño conveniente.
10. Repetir la alineación para el último paso. Si hay más de dos pasos de f.i., se repite el procedimiento para cada paso adicional.

Detección por pendiente

Este tipo de detección de MF se encuentra en algunos receptores comerciales (tanto en MF como en televisión) que no tienen pasos limitadores y por consiguiente no poseen las propiedades de reducción de ruido de los verdaderos receptores de MF. Afortunadamente el procedimiento de alineación es de una extremada simplicidad.

En lo concerniente al funcionamiento del detector de pendiente, se recordará (fig. 5-13) que la frecuencia central o punto de cruce es un punto de salida nula de energía de audio. Cualquier desviación en la frecuencia (debida a modulación) por encima o por debajo del centro

da lugar a salida de audio. El detector de pendiente se aproxima a esta condición. En la figura 5-16 se representa una curva ordinaria de respuesta de f.i. Incluso en los circuitos de banda ancha, la anchura no es mayor de 150 kc. En la recepción ordinaria de MA, la frecuencia central está naturalmente en el máximo o pico de la curva y las variaciones por encima o por debajo de la frecuencia se traducen en disminución de la salida. La detección de MF (acción del discriminador) trabaja en el canal de f.i. ajustado el detector a una señal más baja que la frecuencia central especificada, de modo que, en lugar de caer en el punto A, la frecuencia nominal cae en el punto B, a la mitad aproximadamente de la pendiente o declive de la curva. Cualquier desviación de la frecuencia, debida a la modulación, aumentará la amplitud en una dirección y la disminuirá en la otra. De esta manera queda cumplido el requisito esencial de la acción del discriminador: una variación de tensión proporcional a la desviación de la frecuencia, siendo prácticamente la porción una útil línea recta.

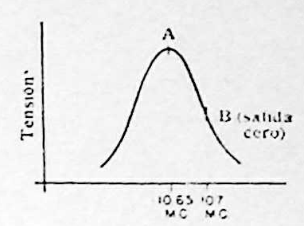


Fig. **5-16** — Detección de pendiente. El último transformador f.i. es sintonizado fuera de la frecuencia central nominal. La alineación correcta es indicada cuando la frecuencia central (10.7 mc.) cae en el punto *B*.

El procedimiento específico para esta alineación es como sigue:

1. Efectuar todas las operaciones o fases de alineación indicadas para MA, incluyendo la número 10, para la alineación del transformador de f.i.
2. Conectar nuevamente la entrada del generador de señal en paralelo con el circuito de rejilla del *último* paso de f.i. (puntos V_1 y G de la figura 5-06).
3. Utilizando una pantalla calibrada de o.r.c. (casi todos los oscilógrafos de tipo comercial están equipados con una pantalla de material plástico adaptable al tubo, con retícula de 1/10 de pulgada) o una marca o señal de verificación de frecuencia, si el generador de señal está provisto de medios para ello*, situar

* La mayoría de generadores de barrido modernos comprenden además del generador de señal regular, un oscilador para una marca de ajuste que puede ser superpuesta sobre la traza principal para situar la frecuencia con exactitud en un punto determinado de la curva de respuesta principal. Aparece generalmente como una porción mellada en la curva principal, tal como en la fig. 5-23. Por medio de un dial auxiliar, calibrado exactamente en frecuencia, esta marca o señal de verificación puede ser puesta donde convenga en la curva principal. Sirve como vernier de frecuencia para todos los ajustes de dial en los generadores de señal. En algunos generadores hay dos de tales diales de marca, pudiendo así utilizarse para ajustar los extremos de la banda u otros dos puntos cualesquiera en la curva de respuesta.

la frecuencia en el punto medio de la pendiente de la curva de respuesta (Fig. 5-16). Por ejemplo, supongamos que el máximo o cresta de la curva de respuesta corresponda a 10,7 megaciclos, que es una frecuencia corriente actualmente en los aparatos de MF. El punto medio de la pendiente correspondería a 10,65 megaciclos. La separación entre la cresta y el punto marcado sería de 50 kc.

4. Con la marca del generador de señal ajustada a 10,65 mc. realinear, *solamente este último paso*, para salida máxima en 10,65 megaciclos.
5. Dejando la figura en el oscilógrafo, poner el dial de marca del generador de barrido en 10,7 mc, y observar si los impulsos caen aproximadamente hacia la mitad de la pendiente. Sintonizar de nuevo el paso a 10,65 mc aproximadamente hasta que la frecuencia central caiga en el punto medio de la pendiente.

Un método algo más rápido y sencillo de alineación de la detección de pendiente es:

1. Alineación completa del canal de f.i. como se indicó para los ajustes de la banda de paso.
2. Conectar de nuevo la entrada de señal al circuito de rejilla del último paso, como antes.
3. Ajustar el dial de señal de verificación al centro de la frecuencia de f.i.
4. Realinear *solamente* este paso hasta que la marca caiga en el punto medio de la pendiente de la curva de respuesta.

Receptores MF de detector de relación

Otro tipo de discriminador de MF es el *detector de relación*, que funciona como un discriminador de MF combinado con un filtro limitador. Sus ventajas son manifiestas. Como este detector se encarga él solo de la supresión de ruido, los pasos limitadores son innecesarios. Los pasos de f.i. precedentes de este detector de relación trabajan por consiguiente como un normal amplificador de f.i. a plena ganancia. La alineación de este detector de relación es algo crítica, pero, si al procedimiento general acompaña el recomendado específicamente por el fabricante, el alineamiento suele ser rápido y fácil.

Es relativamente sencillo identificar el tipo de detector de relación. En vez de conectar las dos placas de los díodos del discriminador, como en el caso del discriminador normal, los extremos del secundario del transformador del discriminador se conectan, uno a una placa y el

otro al cátodo de los díodos. Así estos díodos están conectados en *serie-aditiva* en paralelo con el secundario (placa núm. 1 -transformador-cátodo núm. 2 -placa núm. 2 -resistor de carga-cátodo núm. 1). (Fig. 5-17).

Otra característica peculiar del detector de relación es la gran capacitancia de desacoplo para el resistor de carga (10μf). En algunos casos se omite el condensador de acoplo desde la placa de f.i. precedente al centro del secundario del transformador del discriminador, acoplándose inductivamente la bobina L al primario del transformador. Otras variantes de detector de relación tienen circuitos de salida

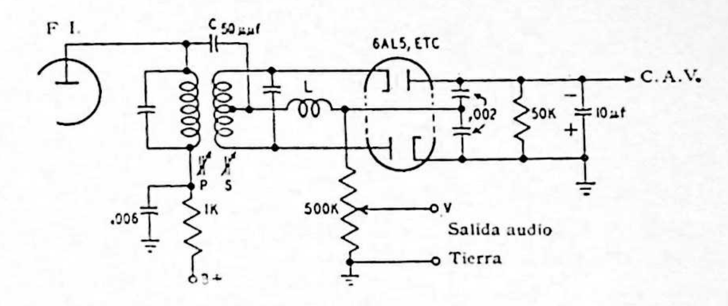


Fig. 5-17. — Detector de relación típico. Cuando es omitido *C*, el arrollamiento *L* se coloca cerca del primario para que la tensión inducida en *L* sea sustancialmente la tensión del primario.

de díodo algo distintos. Sin embargo, el procedimiento de alineación es sustancialmente el mismo. Comprende dos fases principales:

Primero, el primario del transformador es sintonizado *a la tensión máxima* entre los extremos de *todo* el secundario.

Segundo, el secundario del transformador es sintonizado para el *equilibrio máximo* entre las dos mitades. Este suele ser un ajuste de *salida mínima* ya que la *diferencia* entre las dos tensiones componentes del secundario es una indicación de desequilibrio. El valor más pequeña de esta diferencia indica el menor desequilibrio.

El procedimiento específico de alineación para el detector de relación de la figura 5-17 es el siguiente:

1. Dejar calentar los filamentos del equipo, incluído el receptor.
2. Ajustar el generador de señal a la frecuencia central de f.i. (10,7 mc para la mayoría de equipos de MF; 21,25 mc o el valor dado por el fabricante para MF en los receptores de TV). Ajustar el barrido a un poco más que la anchura de banda de f.i. especificada (generalmente ±25 kc para canales de sonido de TV, ±75 para receptores de MF). Siendo posible, se seguirán las instrucciones del fabricante, ya que existen excepciones a la regla general. Philco, por ej., tiene una anchura de banda f.i. de

0.5 mc en el canal de sonido de televisión, lo que es necesario para el sistema de sintonía automática y el c.a.f. La salida del generador de señal se conecta en paralelo con la rejilla del último paso de f.i.

3. Conectar la entrada vertical del oscilógrafo en paralelo con un resistor de carga de audio (punto V y Tierra de la figura 5-17).
4. Ajustar los controles del o.r.c. para la figura de tamaño adecuado, del tipo indicado en las figuras 5-11 o 5-13.
5. Desintonizar el trimmer o núcleo del secundario del transformador discriminador, tanto como sea posible.
6. Alinear el circuito primario (P en la figura 5-17) para el máximo tramo lineal del oscilograma (fig. 5-11).
7. Alinear el circuito del secundario (S en la figura 5-17) para el equilibrio o cruce en la frecuencia central. Si el generador de señal tiene dial de señal de verificación de frecuencia, ajustar ésta en la frecuencia central y para igual respuesta a ambos lados de la marca; si no tiene este dial, usar la pantalla calibrada de celuloide en el tubo de r.c. para el mismo fin.

Si la salida del generador de señal fuese inadecuada para la suficiente indicación de salida, la siguiente modificación de alineamiento puede ser de utilidad: Conectar la salida del generador de señal en paralelo con el circuito de rejilla de los pasos precedentes de f.i., e incluso el mezclador, y efectuar la alineación como antes. Es aconsejable, no obstante, verificar la sintonía del transformador de discriminador sólo, si ello es posible. Luego se aplica la salida del generador de señal a los pasos anteriores, retrocediendo hacia el mezclador, paso a paso, observando la curva de salida en cada caso para la máxima variación y cruce correcto.

Hay numerosas variantes de este procedimiento de alineación, como los métodos modificados de alimentación de la señal y variedad de conexiones del indicador de salida, para las variantes son casi siempre indicadas por el fabricante. La finalidad básica y el procedimiento explicados son correctos en todos los casos.

Detector Philco de MF sincronizado con oscilador

Este tipo de detector de MF es completamente distinto de los otros mencionados, funcionando a base de un principio diferente. El principio de éste es una forma de sincronización, que puede ser brevemente expuesta como sigue: Cuando una señal externa, de la misma frecuencia aproximadamente que la del oscilador local, es correcta y adecua-

damente inyectada en este oscilador, éste será sincronizado por la señal, y, dentro de estrechos límites, seguirá la frecuencia de ésta. En los receptores Philco de MF, la detección se realiza de la manera siguiente aproximadamente: Una válvula de diseño especial, la FM 1000, tiene los elementos dispuestos de modo similar a una válvula convertidora pentarrejilla. El cátodo, rejilla 1 y rejilla 2 son conectados en circuito oscilador Colpitts modificado, siendo este tipo muy empleado en MF y televisión. Las rejillas 3, 4 y la placa son conectadas de modo análogo al del convertidor ordinario. La principal diferencia en la conexión es que el circutio tanque del oscilador y la salida del «mezclador», o circuito de placa, vienen a ser un primario y un secundario, respectivamente, del transformador de f.i. Además, el retorno de placa consiste en un circuito R-C que funciona como circuito de carga de audio.

En el funcionamiento, el oscilador se ajusta a la frecuencia central de f.i. (9,1 mc en el Philco), mientras el último paso de f.i. alimenta una señal de la misma frecuencia central a la rejilla inyectora (núm. 3) de la válvula FM 1000. El circuito de placa de esta válvula se sintoniza también a 9,1 mc. El oscilador local estará ahora regido por la señal de entrada de f.i. y seguirá a ésta en sus cambios de frecuencia. Cuando la f.i. cambia debido a la modulación, el oscilador local cambia también de frecuencia, originando en este circuito particular una variación en la corriente de placa de la FM 1000. Esta corriente de placa, al variar de acuerdo con la desviación de f.i., pasa por el resistor de carga en el retorno de placa de la válvula, produciendo una salida de audio en concordancia con la modulación original. Las variaciones de amplitud ejercen poco efecto sobre el oscilador, ya que este último es «sostenido» por la frecuencia de entrada. Por consiguiente, este detector rechaza el ruido por sí mismo.

Para alinear este tipo de detector, una vez completada la alineación de la f.i , basta sintonizar el primario (oscilador) y el secundario (circuito de placa) al centro de la f.i. (9,1 mc). Las operaciones detalladas son las siguientes:

1. Dejar calentar los filamentos del equipo, como de ordinario.
2. Conectar el generador de señal con la salida de r.f. no modulada o la frecuencia central correcta (9,1 mc en Philco) en serie con un condensador de 0,1 μf entre rejilla y tierra del último tubo.
3. Cortocircuitar el arrollamiento de placa del detector de f.i.
4. Conectar el oscilógrafo al circuito de rejilla del paso de audio final.
5. Ajustar el barrido del o.r.c. a la frecuencia más alta posible.
6. Ajustar los controles de ganancia horizontal y vertical para el tamaño apropiado de la figura. Puede ser necesario ajustar al máximo la ganancia vertical, debido a mala respuesta del oscilógrafo en altas frecuencias.

7. Alinear el trimmer del oscilador (primario) para batido cero. Este se manifestará por un aumento gradual de la desviación vertical en el oscilógrafo, con el decrecimiento correspondiente en la frecuencia hasta menos de 1 ciclo. La figura final para batido cero será casi una línea recta horizontal.
8. Quitar el cortocircuito del secundario y alinear *solamente el secundario* para obtener el mismo resultado que en 7. Con esto se completa la alineación.

Discriminador no limitador

Otra versión de los discriminadores que se encuentran en numerosos receptores baratos d e televisión (canal de sonido) y receptores de MF es la representada en la figura 5-18. El discriminador propiamente dicho es el corriente en todos los aspectos. En el receptor no existe limitador. Es posibe hacer funcionar un canal en baja ganancia y reducidos potenciales de rejilla, de modo aproximado a como actúa un

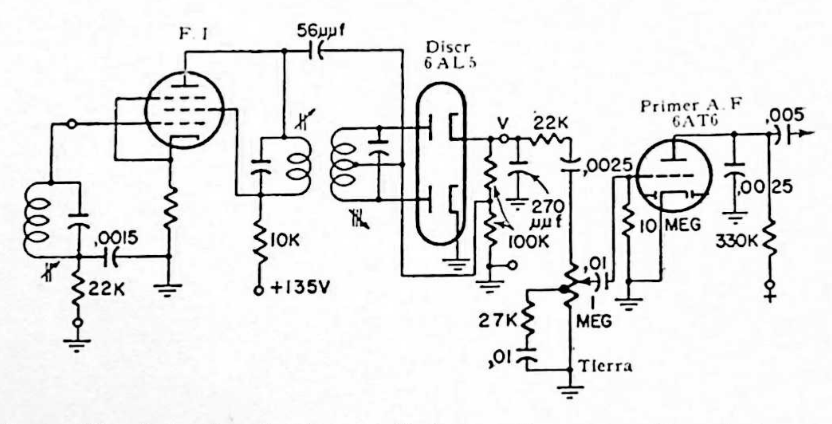


Fig. **5-18.** — Discriminador de tipo no limitador. Los pasos f.i. trabajan con baja ganancia, proveyendo la adecuada limitación.

limitador (con pasos adicionales si fuese necesario) con el fin de reducir al mínimo la amplitud de la modulación (característica de la mayoría de ruido) cuando la señal deseada *está sintonizada perfectamente*. La alineación en este caso es muy análoga a la explicada para el discriminador ordinario. No obstante, se explica a continuación referida a la figura 5-18.

Alineación del dicriminador no limitador de f.i. y baja ganancia

1. Desconectar el oscilador de alta frecuencia y dejar que el equipo se caliente.
2. Ajustar el generador en su frecuencia correcta de f.i., y la anchura de barrido en ±100 a 200 kc.
3. Conectar la salida del generador de señal en paralelo con el circuito de rejilla del tercer paso.
4. Conectar la entrada vertical del o.r.c. entre los puntos V y Tierra.
5. Alinear el núcleo del primario del transformador discriminador para que aparezcan curvas simétricas (véase figura 5-13).
6. Alinear el núcleo del secundario para el cruce en la frecuencia central.

Este tipo de ajuste se hace *exactamente* como en el tipo ordinario de discriminador limitador de MF, sin tener en cuenta que no existen pasos limitadores y considerando que la acción limitadora está radicada en los pasos de f.i.

Alineación de los canales de f.i. de televisión

Antes de entrar en la explicación de esta importante operación del entretenimiento de un receptor de televisión, recordemos las propiedades siguientes. Primero, mientras los receptores de sonido de MA tienen una anchura de banda de 10 kc aproximadamente y un receptor de MF puede tener una anchura de banda de 150 kc, la anchura media de banda en un receptor de televisión estará comprendida entre 3.000 y 6.000 kc. Es unas 40 veces más ancha que el canal de sonido de MF y unas 500 veces la de un canal ordinario de MA.

Segundo, como esta anchura de banda requiere circuitos y procedimientos especiales, el equipo de pruebas y el procedimiento de alineación han de ser excelentes. No sirve un generador de señal cualquiera. (Algunos fabricantes han intentado simplificar este problema recurriendo a un procedimiento que requiere un equipo de calidad media y conocimientos técnicos, pero esta no es la solución. Los canales f.i. de alta fidelidad, permanentemente prealineados, no existen más que en algunas propagandas entusiastas).

Finalmente, tanto la naturaleza de la señal transmitida como el hecho de que los resultados se aprecien visual y no auditivamente hacen indispensable seguir métodos generales al mismo tiempo que las especificaciones dadas por los constructores.

El equipo necesario para la alineación correcta de *televisión* se compone de:

1. *Un generador de señal estable.*

(*a*) cubriendo el margen de f.i. de los varios receptores comerciales existentes en el mercado (7 a 30 mc);
(*b*) teniendo un margen de frecuencia de barrido desde cero hasta 6 mc. por lo menos;
(*c*) disponiendo de señal de verificación de frecuencia en todo el margen de sintonía.

Como el mismo instrumento se empleará también para la alineación de delante atrás (r.f., mezclador y oscilador), los márgenes de frecuencia y de marca se extienden hasta 250 megaciclos para que cubran la frecuencia de oscilador de la estación más alta, canal 13, 210-216 mc. Con una f.i. de 30 mc. la frecuencia del oscilador debe ser aproximadamente 246 mc.

2. *Un oscilógrafo de alta calidad*, con buena respuesta en las bandas f.i. de televisión y a ser posible con una sonda de r.f. para utilizarla hasta 250 mc.
3. *Un oscilador de audio* que tenga buena forma de onda y margen de frecuencia hasta *por lo menos* 15.750 ciclos, que es la frecuencia de barrido actualmente en uso.
4. Los instrumentos de reparación y servicio usuales, tales como medidor de salida, voltímetro de válvula y voltóhmetro de alta sensibilidad (20.000 ohmios por voltio o más).

El canal de televisión adoptado por la Radio Manufacturers Association (Asociación de fabricantes de radio) y generalmente en uso en Estados Unidos está representado en la figura 5-19.

1. La anchura de banda total es 6 mc.
2. La portadora de imagen está 1,25 por encima del extremo de baja frecuencia del canal.
3. La portadora de sonido está 5,75 mc más alta que el extremo de baja frecuencia (0,25 mc más baja que la cresta del canal).
4. Las portadoras están separadas 4,5 mc.
5. El extremo de baja frecuencia del canal es una línea de pendiente uniforme, de 45 grados aproximadamente.
6. El extremo de alta frecuencia de la banda es abrupto, casi vertical.

Con el fin de recibir esta señal combinada de sonido e imagen, la sección de entrada del receptor debe tener la suficiente anchura de ban-

da para admitir casi todo el canal, o al menos 5 mc. De otra forma, puede producirse el corte de banda lateral de sonido o imagen o ambas. Más adelante trataremos de esto al llegar a la alineación de r.f.

Cuando la banda de frecuencias que llega se combina con la señal del oscilador local en el paso mezclador, la salida o frecuencia intermedia es también una banda, cuya posición es la representada en la figura 5-20. Obsérvese que parece como si fuera la figura 5-19 invertida o reflejada. En lo que atañe a la alineación de f.i., la figura que debe aparecer en la pantalla del o.r.c. debe ser todo lo parecida posi-

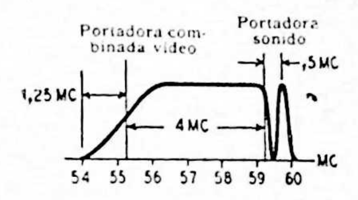


Fig. **5-19**. — Canal típico de televisión (canal n.º 2) en la entrada al mezclador.

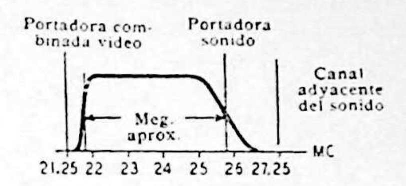


Fig. **5-20**. — Respuesta f.i. de vídeo en la entrada al amplificador f.i. (cualquier canal).

ble a la figura 5-20. Hasta qué punto sea esto posible dependerá del diseño de los circuitos de f.i., pero el punto hasta el cual la banda de paso obtenida sea la especificada (haciendo la salvedad de defectos en el circuito depende *casi enteramente* del trabajo y de la atención del técnico al alinear los circuitos.

Los dos sistemas de f.i. en uso

Actualmente hay dos sistemas principales en uso. Uno es el de banda ancha o banda de paso en que cada etapa o paso está calculado para que pase la banda completa o casi completa. El sistema es bastante complejo en cuanto a diseño, fabricación y ajuste. En algunos casos, aunque no es regla general, los juegos de f.i. no son ajustables. El otro tipo, adoptado de preferencia en los receptores modernos de televisión, es el sistema de sintonía alternativa en que un cierto número de circuitos producen la anchura de banda deseada. Es menos difícil de proyectar y construir, por lo que es el adoptado por muchos fabricantes.

La figura 5-21 representa un canal de f.i. de tres pasos de un aparato moderno. Obsérvense las siguientes características interesantes:

1. Los pasos del amplificador f.i. están *acoplados por impedancias* en vez de por transformador. Las inductancias sintonizadas están en los circuitos de placa, y en los circuitos de rejilla hay resistores ordinariamente.

2. Los circuitos paralelo L-C llamados *trampas de onda* se utilizan para eliminar del canal video las frecuencias no deseadas (la frecuencia imagen entre ellas).
3. Para eliminar la f.i. de audio en la salida del mezclador se utilizan otros circuitos de filtro, aplicándose luego la señal de f.i. de la manera ordinaria al discriminador y circuitos de audio. Estas trampas de onda se explican al tratar de la alineación.

Al alinear dicho amplificador de f.i. se ponen en resonancia varios circuitos para diferentes frecuencias, siendo el efecto global la banda

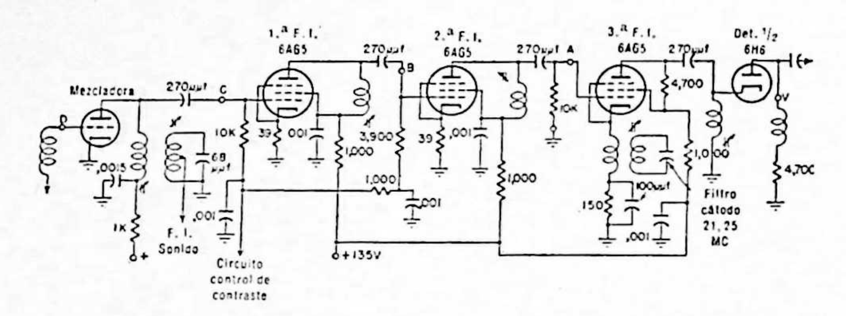


Fig. **5-21**. — Sistema típico de f.i. con tres pasos escalonados, acoplados por impedancia.

deseada de f.i. tomando el esquema de la figura 5-21 como ejemplo, los cuatro circuitos se alinearían como sigue:

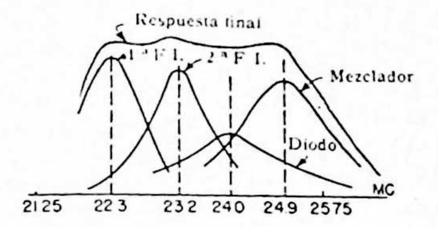
Salida del mezclador	24,9 mc
Primera f.i.	22,3 mc
Segunda f.i.	23,2 mc
Detector díodo	24,0 mc

Las curvas correspondientes y la banda global son las representadas en la figura 5-22. Obsérvese que el circuito que se sintoniza con más agudeza es el primer paso f.i., funcionando con polarización fija. Este circuito es alineado en el extremo de baja frecuencia de la banda con el fin de producir el perfil frontal o línea de ataque de la curva final. Luego sigue el segundo paso f.i., en el cual el *control de contraste* (polarización) varía la selectividad en un determinado porcentaje pequeño. Se le pone en resonancia a 23,2 mc. El mezclador, de banda bastante amplia, está en el extremo de alta frecuenca de la banda, para darle la pendiente deseada de 50 grados. Finalmente, el paso de detector por díodo está colocado entre el segundo de f.i. y el mezclador. Siendo el circuito de banda más ancha, es utilizado para nivelar la curva en la parte baja o dar la pendiente en la curva global. De esta manera se consigue que la banda resultante sea casi como la de cresta aplanada uniforme ideal. Desde luego, el ajuste exacto de frecuencias,

así como la sucesión de los pasos, dependerá del modelo de fabricación y de las instrucciones específicas que deberán seguirse fielmente para obtener los mejores resultados. Sin embargo, el procedimiento de alineación apuntado es el típico de la práctica moderna y servirá en muchos casos.

Para alinear el amplificador f.i. de la figura 5-21 se procede como sigue:

1. Desconectar el oscilador de alta frecuencia y dejar calentar el equipo 10 minutos o 15 por lo menos.
2. Ajustar los controles del oscilógrafo para la forma adecuada de la curva.
3. Conectar los terminales verticales del oscilógrafo en paralelo con la salida del detector de video (V y Tierra). Si el oscilógrafo



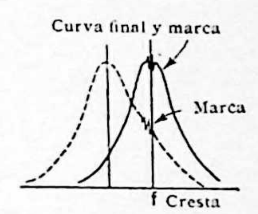


Fig. **5-22** (izquierda). — Respuesta escalonada y curva final resultante. Las curvas de respuesta individual corresponden a la resonancia para que contribuyan a la respuesta final deseada.

Fig. **5-23** (derecha). — La línea de trazos representa la curva de respuesta antes de la alineación correcta. La «marca» o señal de ajuste se coloca donde debe caer el máximo o cresta. La curva de línea llena representa la alineación final. con la marca en el máximo.

tiene sonda de alta frecuencia, véase otro procedimiento que se explica después.

4. Ajustar el dial principal de frecuencia en el generador de barrido a la f.i. aproximadamente del paso que se esté alineando.
5. Ajustar el margen de barrido a 4 megaciclos (a menos que las instrucciones específicas del constructor indiquen una anchura distinta de barrido).
6. Conectar la salida del generador de señal de barrido en paralelo con el circuito de rejilla del tercer tubo de f.i., punto A y tierra.
7. Ajustar el dial de la señal de verificación en el generador de barrido a 24 mc, tan exactamente como sea posible.
8. Alinear el trimmer o vástago del núcleo de la última f.i. hasta que el máximo o cresta coincida con la señal de verificación (Véase figura 5-23).
9. Llevar los terminales de salida del generador de señal al punto B y tierra. Poner el *control de contraste* del receptor en su po-

sición media aproximadamente. Reajustar los controles del o.r.c., para un tamaño adecuado de oscilograma.

10. Ajustar la frecuencia de verificación a 23,2 mc y alinear la segunda bobina f.i. hasta que el pico coincida con un impulso de la marca. No tocar el vástago del núcleo alineado previamente.
11. Llevar la salida del generador al circuito de la primera f.i. (punto C y tierra). No cambiar la posición del contraste. Ajustar la salida del generador para el tamaño adecuado del oscilograma
12. Ajustar la frecuencia de la marca 22,3 mc y alinear el vástago del núcleo de la primera f.i. o trimmer hasta que la cresta caiga sobre la marca o señal de verificación, como anteriormente.
13. Aplicar el generador a la rejilla del mezclador, reducir la salida del generador de señal para continuar y ajustar el dial de la señal verificadora a 24,9.
14. Con el generador entre el punto D y tierra, alinear la bobina del mezclador (vídeo) hasta que la cresta de la curva caiga sobre la marca.

Ahora estará correctamente alineado el amplificador f.i. completo. Sin embargo, si la curva que resulte difiere considerablemente de la curva típica de respuesta de la figura 5-20, repetir el proceso de alineación, variando las diversas posiciones de la marca ligeramente a uno y otro lado, según sea la apariencia de la curva, hasta obtener la curva final que se desea. Por ejemplo, si en la curva hubiera una depresión en 23,0 mc (figura 5-24) y un saliente en 23,5 mc, indicaría que la segunda cresta de f.i. está demasiado lejos de 23,0 y demasiado cerca de 24. Para corregirlo, se realinearía la segunda f.i. en alrededor de 22,7 mc. Estos errores son debidos por lo general a poca precisión del dial de marca o señal de verificación o alineación descuidada. Generalmente, con un solo alineamiento siguiendo las instrucciones dadas se llegará al resultado satisfactorio.

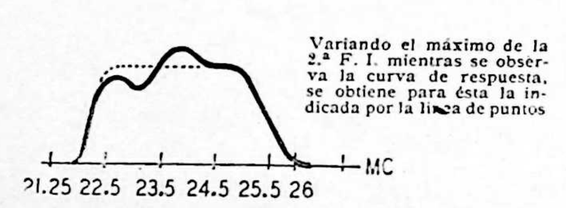


Fig. 5-24. — Sistema escalonado alineado incorrectamente. Si la segunda f.i. está en resonancia para una frecuencia demasiado alta, la elevación en 23,5 aparecería como se muestra. Realineando este paso en una frecuencia algo más baja, el nivel saldría de la curva. Mientras se realínea debe observarse la respuesta global

Procedimiento de alineación, observando la salida de cada paso separadamente

Si el instrumento de rayos catódicos no tuviera sonda de alta frecuencia para el amplificador vertical (o al menos no se dispone de voltímetro de válvula con dicha sonda de alta frecuencia), podría alinearse individualmente cada paso conectando la entrada vertical del oscilógrafo en paralelo con la salida del paso que se esté alineando, en lugar de la salida del detector. Como en este último caso lo que se observa es el efecto acumulativo de todos los pasos de f.i., es posible confundir los efectos de los diferentes ajustes. Alineando el segundo paso puede aparecer aumentada la respuesta en una porción de la curva cuya frecuencia no corresponde al segundo paso. No obstante, la debida atención al localizar las señales de verificación y crestas aminorará estas dificultades.

La alineación de los canales de f.i. no escalonados (RCA pre-guerra, Crosley, etc.) es realmente más fácil y rápida que la alineación escalonada, ya que todos los pasos son ajustados para la misma anchura de banda aproximadamente y el mismo margen de frecuencia. También en este caso serán muy útiles los folletos de los fabricantes, ya que dan datos específicos para el aparato particular en cuestión. No obstante, el procedimiento general que sigue puede servir.

La figura 5-31 representa un canal típico de f.i. del tipo no escalonado. El procedimiento de alineación es aproximadamente como sigue:

1. Desconectar el oscilador de alta frecuencia y dejar que se caliente el equipo.
2. Ajustar correctamente los controles del oscilógrafo.
3. Conectar los terminales de entrada vertical del oscilógrafo en paralelo con el resistor de carga del detector.
4. Ajustar el generador de barrido al centro aproximadamente del canal de f.i. (10 mc para los receptores de preguerra, 23 a 27 para los aparatos modernos).
5. Conectar la salida del generador en paralelo con el circuito de rejilla del último paso de f.i.
6. Poner las marcas en la pantalla del o.r.c. en las frecuencias especificadas por el fabricante para el paso particular.
7. Alinear el trimmer o vástago de núcleo para la máxima respuesta. Consultar los datos de servicio cuando dan las curvas de respuesta. De no ser así, procurar obtener la máxima salida compatible con respuesta aplanada de frecuencia.
8. Aplicar el generador de barrido a la rejilla del penúltimo paso de f.i. Poner la marca y repetir el proceso 7 de alineación.

9. Repetir el proceso anterior en todos los pasos retrocediendo hasta la rejilla del mezclador. La curva que se obtenga ahora en la pantalla será la de respuesta final de f.i.
10. Comprobar la existencia de las tres características importantes que debe tener el sistema f.i. de televisión: aplanamiento regular de la cresta de la curva, extremo de baja frecuencia escarpado y pendiente correcta del extremo de alta frecuencia.

En casi todos los casos de este tipo de amplificador de f.i., hay que hacer solamente un ajuste por paso. En algunos casos no hay que hacer ninguno por haber sido diseñados los pasos para banda de paso permanente (sintonía fija). Cualquier dificultad que se presente en obtener la respuesta correcta de banda de paso en tales casos debe ser tratada como un problema de localización de averías y no como de desalineación. La causa más probable de avería será un arrollamiento defectuoso de bobina, un resistor o un condensador.

Alineación de la trampa de onda

Esta alineación forma parte realmente del aislamiento de f.i. Sin embargo, como se aplica en la mayoría de los sistemas, es tratado separadamente, después de haber explicado los diversos ajustes de f.i.

Debido a la naturaleza de las posiciones del canal de televisión, posiciones de la portadora en los canales y al diseño de algunas secciones de entrada de receptores de televisión, la interferencia por efecto de frecuencia imagen e interferencia de las frecuencias de sonido con las de vídeo son muy probables. Para eliminarlas se utilizan las llamadas *trampas de onda*. Están éstas acopladas a los circuitos interferidos y se las sintoniza a la frecencia de la señal interferente. Las frecuencias no deseadas son así absorbidas por ellas, siendo apartadas del canal.

El procedimiento para la alineación de las trampas de onda es el siguiente:

1. Tener el equipo perfectamente dispuesto para el alineamiento f.i. vídeo normal.
2. Ajustar el generador a la frecuencia indicada para el circuito trampa en particular. Ésta es casi siempre indicada en el esquema.
3. Ajustar el trimmer o vástago de núcleo del circuito trampa para la señal mínima en la pantalla del o.r.c. Si se sintonizan más de uno de estos circuitos eliminadores a la misma frecuencia, alinear todos ellos *al mínimo* en la pantalla mediante el resistor de carga del detector.

4. Mantener aumentando la salida del generador de señal y sintonizar nuevamente el circuito eliminador para la salida *máxima.*
5. Repetir el proceso para las otras trampas de onda y el rechazamiento de frecuencias, aumentando la entrada del generador de señal en cada caso hasta tener la seguridad de haber obtenido la salida *más baja* en las frecuencias de la trampa de onda.

Generalmente hay dos frecuencias diferentes de trampa de onda pero el procedimiento de ajuste es el mismo en ambos casos.

Apreciación de las curvas de respuesta. Ajuste para la respuesta correcta

La figura 5-25 representa lo que podría decirse una respuesta ideal. Como la altura de la cresta de la curva es uniforme, en este caso 3,5 voltios para todas las frecuencias hasta 4 mc (excepto para la porción inclinada cerca del extremo de la portadora), habrá respuesta *o salida* uniforme para todas las frecuencias de modulación video. En la práctica esta condición es extremadamente difícil de obtener sin un gran número (seis o más) de pasos f.i. de baja ganancia y lo que se hace es adoptar una solución de compromiso entre el precio para toda la anchura de banda global y la uniformidad de la respuesta. Así un receptor comercial de televisión podrá tener una anchura total de banda de 2,5 a 3 mc. Además la respuesta puede variar en los dos sentidos dentro de límites razonables. La figura 5-26 es una curva típica de respuesta de un receptor de televisión de precio moderado. En primer lugar, la anchura de banda es de unos 3 mc, lo adecuado para fines recreativos excepto en imágenes reproducidas de mucha superficie. También la respuesta varía en la banda de frecuencia, elevándose hacia el extremo de alta frecuencia y descendiendo cerca del centro de la banda. La curva de trazos indica respuesta precaria en el margen cen-

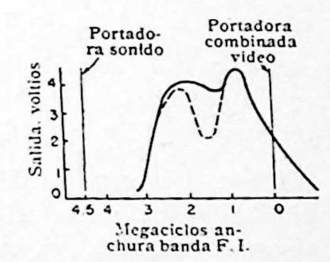


Fig. 5-26. — La línea llena representa una curva típica de respuesta f.i. para un pequeño receptor de televisión (7 pulgadas). Es admisible la ligera depresión. La línea de trazos indica respuesta precaria en la parte media de la banda.

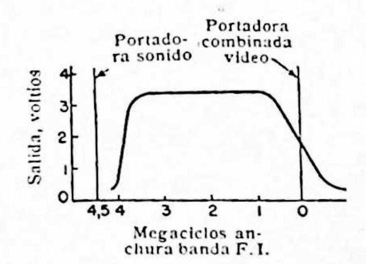


Fig. 5-25. — Curva ideal de respuesta f.i.

tral de frecuencias y probable desalineación del receptor. El resultado de esta curva de respuesta sería una imagen con detalle deficiente.

Otro hecho que merece ser mencionado es que en muchos receptores la forma de la curva de respuesta variará en mayor grado cuando se varíe el ajuste de la polarización de los pasos de f.i. Este ajuste es el que se llama control de contraste o imagen. A causa de estos factores deben ser tomadas ciertas precauciones durante la alineación del canal vídeo:

1. A no ser que sea inevitable, no hacer girar el control de contraste más que hasta la mitad, ya que no debe pasar de esta posición en las condiciones de funcionamiento no siendo en las zonas de señal más débil.
2. No intentar hacer ningún ajuste del canal de f.i. sin el oscilógrafo. Recordar que el usuario juzgará la imagen por la impresión visual y no por el medidor de salida. En los contados casos en que el circuito está diseñado para ser alineado corectamente con el medidor de salida, se deberá seguir el procedimiento indicado por el fabricante.
3. Si la ganancia de un receptor es baja, no intentar reforzarla ensanchando la banda. El problema, si el receptor no es defectuoso, es de *entrada de señal*. Comprobar el sistema de antena o añadir un preamplificador.
4. Siempre que sea posible, conviene disponer de las curvas de respuesta y los datos específicos de realineamiento dados por el constructor. Él sabe exactamente de lo que es capaz el receptor y cómo conseguir los resultados debidos.
5. En los sistemas de sintonía alternativa, cada paso es más eficaz en una cierta porción de la banda de f.i. (véase fig. 5-22). Cuando se tenga que corregir una mala respuesta en cualquier porción determinada de la curva, lo primero es consultar la información de alineación para averiguar cuál es el paso defectuoso. Así, en la figura 5-26 la depresión anormal de la porción de trazos de la curva es debida a ser baja la salida en el centro de la banda. Volviendo a la figura 5-22 veremos que esta porción de la curva corresponde a los pasos segundo y tercero. Después de hacer la verificación de estos pasos para el funcionamiento normal de la válvula hay que hacer la verificación de las frecuencias centrales de estos circuitos sintonizados, utilizando las marcas del generador de barrido. Luego se vuelve a alinear, procediendo *paso por paso*, tratando de perfeccionar la alineación mientras se observa la pantalla del oscilógrafo. Del mismo modo, si el extremo de la derecha de la misma respuesta es muy

pendiente en vez de ser ligeramente inclinado como debiera, se comprueba la alineación del paso mezclador. Naturalmente, esto es aplicable a un sistema escalonado del tipo representado en la figura 5-22. Como los diferentes fabricantes escalonan los pasos f.i. de distinto modo, hay que consultar siempre la información específica de alineación para el receptor particular en que se trabaje.

6. Un amplificador estable, no oscilante, debe producir una traza uniforme en el osciloscopio. Si la traza está mellada (líneas en zig-zag) es indicación de alguna forma de oscilación o de captación parásita. Si el oscilógrafo no es defectuoso y el oscilador de alta frecuencia del receptor ha sido desconectado incidentalmente (como debe hacerse siempre para alinear la f.i.), la avería radica probablemente en un paso oscilante de f.i. Reduciendo el contraste desaparecerá aparentemente el defecto, pero esto no es un remedio, sino solamente indicación de que el que lo produce es el canal de f.i. La avería debe ser remediada para que el control pueda ser ajustado como convenga para el funcionamiento normal sin que se produzca oscilación. Puede admitirse alguna ligera oscilación estando puesto el contraste en el máximo, ya que esto no es el modo normal de funcionar el receptor.* Aunque la oscilación realmente constituye una avería, la incluímos aquí a causa de que frecuentemente se produce en el proceso de alineación de la frecuencia intermedia. Volveremos sobre ello al tratar de localización de averías con el oscilógrafo en el capítulo siguiente.

7. Como prueba final, obsérvese la calidad de la imagen en una señal real. Esto debe hacerse siempre antes de dar por bueno un receptor.

Alineación de r.f. — Receptores de MA

Supongamos que el canal de f.i. ha sido alineado correctamente. Conectaremos entonces nuevamente el oscilador de alta frecuencia del receptor y conectaremos el oscilógrafo al resistor de carga del detector o al circuito de rejilla del primer amplificador audio. El procedimiento detallado de alineación es el siguiente:

* Hay que poner cuidado para no confundir la porción mellada de la curva de respuesta, debida a la marca, con la oscilación accidental. Es muy fácil determinar si es debida a la marca, basta eliminar el generador de la frecuencia de marca o simplemente variar esta frecuencia y observar si la parte mellada de la curva cambia de posición. Si no cambia, es que la causa es otra que la marca.

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Poner el dial del receptor cerca del extremo de alta frecuencia de la banda, a unos 1.400 kc para la banda de radiodifusión y en una posición proporcionadamente alta para la banda de onda corta.
3. Ajustar el generador de señal a la misma frecuencia que el dial del receptor. Ajustar la modulación a 400 ciclos.
4. Ajustar los controles del o.r.c. para una figura normal en la pantalla (barrido interno).
5. Desconectar antena y tierra y conectar la salida del generador de señal en paralelo con los terminales de entrada de antena.
6. Conectar los terminales de la desviación vertical del oscilógrafo en paralelo con el resistor de carga del detector o el primer circuito de rejilla de audio.
7. Alinear el trimmer del condensador del oscilador del receptor para la salida máxima en el o.r.c. Si los circuitos de r.f. y de mezclador estuvieran muy fuera de ajuste, podría ser necesario un ligero reajuste de estos circuitos antes de poder alinear satisfactoriamente el oscilador. No obstante, para la mayoría de receptores comerciales no será esto necesario.
8. Alinear los trimmers del paso mezclador y de antena, en ese orden, para la máxima amplitud.
9. Variar el dial del receptor y la frecuencia del generador de señal hasta un punto próximo al extremo de baja frecuencia de la banda, generalmente 600 kc para la banda de radiodifusión.
10. Alinear el *padder serie* del oscilador del receptor solamente para la salida máxima. No tocar los trimmers de antena ni de mezclador en esta posición del dial.
11. Repetir las operaciones 2 a 8, cuando el ajuste del padder de 600 kc repercuta en el extremo de alta frecuencia, desajustando ligeramente esta última. Esto completa la alineación de r.f.

Completada la alineación, el dial del receptor queda garantizado en dos puntos próximos a los extremos de la banda. Entonces se efectuará satisfactoriamente el arrastre de frecuencias en toda la banda. Por esto la alineación del oscilador es de lo más crítico y deberá hacerse con el máximo cuidado. Mientras una ligera desintonía o mala alineación de los pasos de r.f. sólo causará pérdida de ganancia, la mala alineación o desintonía del oscilador dará lugar a la calibración incorrecta del dial así como a distorsión debida a corte de banda lateral.

Alineación de r.f. en los receptores de MF

A excepción de las tres indicaciones que se detallan a continuación, la alineación de r.f. en los receptores de MF es lo mismo que en un receptor de MA.

1. La frecuencia de barrido se ajusta entre ± 50 y 300 kc.
2. Las frecuencias de alineación deben ser las determinadas en los datos del fabricante (lo mismo que en el caso de las bandas de onda corta de MA), ya que los diferentes factores de diseño requieren ajustar el oscilador a diferentes frecuencias en diferentes receptores.
3. La entrada vertical del oscilógrafo debe ser conectada al resistor de retorno de rejilla en el primer limitador (punto A y tierra de la figura 5-12) o, si este resistor alimenta una línea de c.a.v., en paralelo con el resistor de cátodo *no conectado a tierra* del discriminador, después de desconectar el otro cátodo (Fig. 5-12, punto V y tierra). Después de la alineación, el conductor de cátodo se vuelve a conectar. Los ajustes en el oscilógrafo son los mismos que para el alineamiento de la banda de paso (página 55).

Alineación de r.f. de los receptores de televisión

Los requisitos para la alineación de r.f. de un receptor TV son algo distintos. La sección de entrada debe dar paso a una banda de, por lo menos, 4,5 mc de anchura, ya que es un canal común para audio y vídeo y las dos portadoras están separadas 4,5 mc (véase fig. 5-19). Realmente la banda debe tener una anchura de 5,25 a 6 megaciclos. En la mayoría de aparatos, cada estación o canal de televisión debe ser alineado individualmente, tal como una posición de botón pulsador en un aparato de radiodifusión o como una banda de onda corta en un receptor multibanda. El ajuste correcto significa, no sólo la máxima salida en la banda que se desee, sino la suficiente supresión (mínima salida) de los bordes

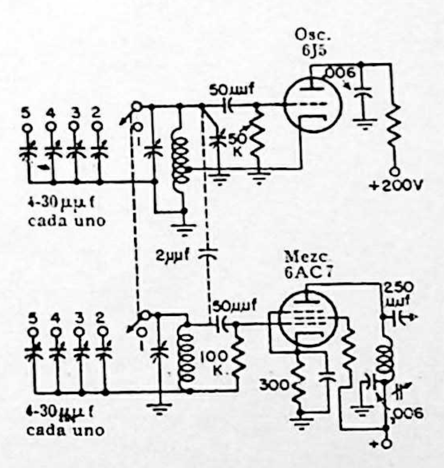


Fig. 5-27. — Oscilador mezclador en que se utiliza la capacitancia shunt para sintonizar los canales de baja frecuencia. El canal n.º 1 es el más alto, el n.º 5 es el más bajo.

de la banda para prevenir la interferencia provocada por los canales adyacentes.

El orden en que deben alinearse los diversos canales depende del tipo de sintonía que se utilice en el aparato. Si, como representa la figura 5-27, la capacitancia adicional es intercalada en el circuito cuando

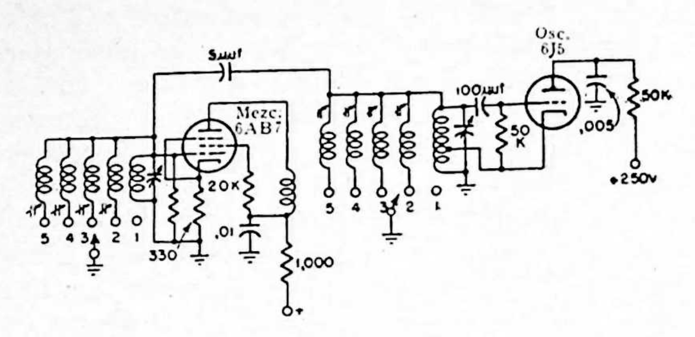


Fig. 5-28. — Método de bobina shunt para la conmutación de bandas. El canal n.° 1 es de frecuencia más baja; el n.° 2 es de frecuencia más alta.

se pasa de los canales de más baja frecuencia a los de más alta, se alinea primero el canal de frecuencia más alta, y se sigue en orden descendente hasta el de más baja frecuencia. No se debe tocar ningún trimmer correspondiente a una frecuencia más alta.

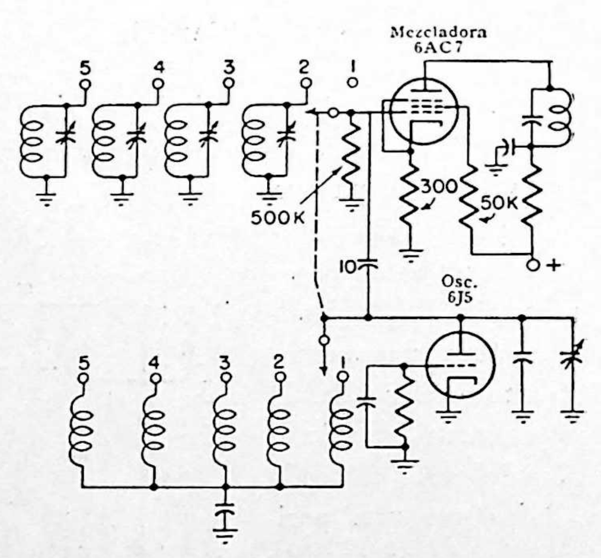


Fig. 5-29. — Sección de entrada de un receptor de televisión empleando bobinas individuales para cada banda. La alineación puede hacerse siguiendo un orden cualquiera de sucesión.

Si para el cambio de estaciones se emplean inductancias, como en la figura 5-28, se las conmuta en paralelo con la inductancia de banda más baja. En este caso, se alinea primero la estación de frecuencia más baja y luego se sigue por orden ascendente de frecuencia. Esto es im-

portante ya que la inductancia o la capacitancia, o ambas a la vez, de la primera estación que se alinea, se utilizan también en las otras. Cuando se utilizan circuitos independientes o individuales para las diversas estaciones, la alineación puede hacerse en cualquier orden, de la

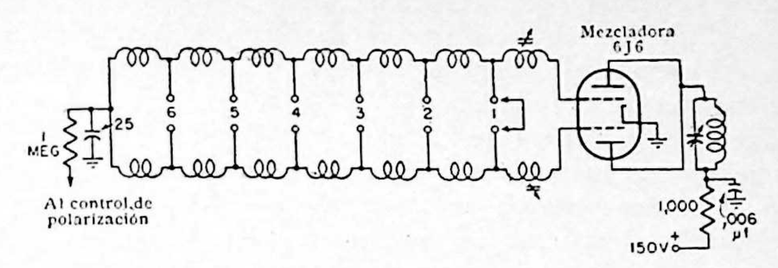


Fig. 5-30. — Diagrama simplificado de un paso mezclador, empleando inductancias serie para la conmutación de canales. En el oscilador se emplea una disposición análoga.

misma manera que el ajuste de los botones pulsadores en un receptor de sintonía automática para radiodifusión. Véase figura 5-29.

Si para sintonizar se conmutan inductancias serie (RCA-1946, 1947, etcétera), se alineará primero el canal de más alta frecuencia, ya que

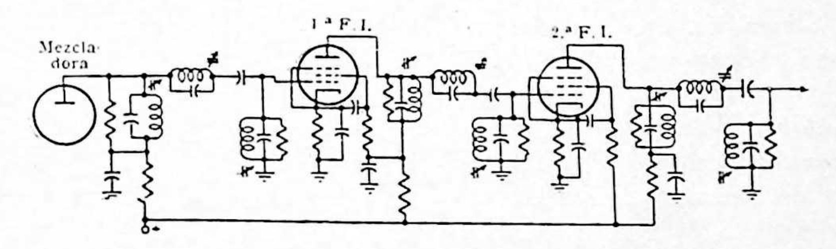


Fig. 5-31. — Canal f.i. no escalonado, de sintonía semi-fija. Los núcleos de las bobinas son ajustables pero esto es necesario pocas veces, debido al diseño de banda estremadamente ancha. (Equipo de pre-guerra.)

esta inductancia estará en el circuto de las otras estaciones, además de la inductancia adicionada en cada circuito de estación para rebajar la frecuencia. La figura 5-30 ilustra este procedimiento.

En todos los casos precedentes el procedimiento es como sigue:

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Ajustar los controles del oscilógrafo como para la alineación de f.i.
3. Conectar los terminales de entrada vertical del oscilógrafo en paralelo con el segundo detector de vídeo. Este comprende la salida rectificada del paso mezclador. Si el oscilógrafo tiene una sonda (con rectificador solidario), la sonda puede ser conectada en paralelo con el circuito de placa del mezclador.
4. Ajustar el generador de señal en el punto medio aproximado del

canal. En el canal 4, de 66 a 72 mc, el punto medio sería 69 mc. Ajustar el barrido a 6 mc.

5. Conectar los terminales de la salida del generador de señal a los terminales de antena del receptor y ajustar la salida para un tamaño normal del oscilograma.
6. Con el dial de marca, situar los bordes de la banda en la pantalla del oscilógrafo. Para el canal 4 las marcas estarán en 66 y 72 mc, respectivamente.
7. Alinear los trimmers de r.f. y mezclador (o vástagos de núcleo, como será lo más probable) para respuesta máxima de la curva. No tocar los vástagos de alineación de f.i.
8. Aplicar los terminales de entrada vertical del o.r.c. al resistor de carga del detector, como en el caso de alineación de un receptor de MF.
9. Poner el control de sintonía de precisión del receptor en la posición intermedia.
10. Alinear el trimmer del oscilador o vástago para la máxima salida en la pantalla del oscilógrafo. Esto indica la máxima salida audio y por tanto el ajuste correcto del oscilador para vídeo y para sonido*.

La alineación explicada es todo lo que se necesita para un receptor equipado con un paso r.f. antes del mezclador. Después de la instalación no hay que retocar. Sin embargo, algunos receptores no tienen paso preselector y la antena alimenta el mezclador directamente. En tales casos, será necesario probablemente retocar el circuito del mezclador después de instalar el aparato.

* La razón por la que se alinea en este paso para la portadora de sonido en lugar de la video es la siguiente: El canal normal RMA de televisión contiene ambas portadoras de audio y video, separadas 4,5 mc exactamente (Fig. 5-19). Como los receptores de televisión no tienen más que un solo mezclador-oscilador para ambas portadoras, la f.i. resultante estará separada 4,5 mc exactamente. Por consiguiente, los respectivos canales de f.i. de sonido y video se alinean con una separación de 4,5 mc y el oscilador debe ser sintonizado a la frecuencia correcta que *arrastre* las dos frecuencias de f.i. en sus canales correspondientes. Sin embargo, como el canal video es 40 veces más ancho que el de audio (4 mc en relación con 100 como máximo), bastará una ligera desintonía del oscilador para que la salida f.i. de audio del mezclador tenga una frecuencia diferente de aquella a que está sintonizado el canal f.i. de sonido. Desde luego, el sonido se perdería completamente. Sin embargo, la salida video resultaría ligeramente perjudicada por esta pequeña desintonía del oscilador, ya que su canal es muy ancho. Pero una vez que el oscilador se ha sintonizado para que dé la correcta salida audio de f.i., es seguro que habrá salida de video, aunque sea ligeramente desintonizada.

Capítulo 6

Medidas utilizando el oscilógrafo de rayos catódicos

La medida de tensiones de corriente alterna y continua con el oscilógrafo está adquiriendo cada vez más importancia. Aunque el instrumento ordinario de D'Arsonval y el voltímetro de válvula pueden ser útiles en muchos casos, algunas veces son menos satisfactorios que el oscilógrafo de r.c. Entre los inconvenientes que tienen los instrumentos de media ordinarios, pueden contarse los siguientes:

1. Inhabilidad para indicar la distorsión.
2. Inhabilidad para distinguir entre los diferentes tipos de componentes que constituyen la tensión resultante.
3. Alteración de las condiciones de f ncionamiento del circuito en que se hace la medida.

Hay otras desventajas. Consideremos, por ejemplo, la medida de *salida audio*, la que se hace habitualmente con entrada de onda senoidal o cuadrada en el amplificador. Aunque todos los técnicos saben por experiencia que los amplificadores sobrecargados producen distorsión, ningún instrumento medidor de salida la pone de manifiesto satisfactoriamente. Si la ganancia o salida de potencia de un amplificador ha de ser calculada a base de la máxima lectura en el voltímetro, lo probable es que la salida contenga una cantidad excesiva de distorsión (armónicos, etc.). De este modo no se conoce la verdadera salida utilizable Por el contrario, con un oscilógrafo, es un trabajo sencillo ajustar el amplificador, no para que dé precisamente la salida máxima, sino para la máxima salida *utilizable*, *salida sin distorsión*, que es a la que se hace referencia generalmente. Esta es la salida que importa en la mayoría de aplicaciones.

Otro ejemplo de las ventajas, e incluso de la indispensabilidad, del oscilógrafo r.c. es el trazado, localización y análisis del *zumbido*. Es esto de extraordinaria importancia en los circuitos de barrido de vídeo y señal. También puede utilizarse un voltímetro: con él se localizará

una componente de c.a. (zumbido) en una alimentación o suministro de c.c., pero dará poca o ninguna información respecto a la frecuencia, origen, etc., del zumbido. Un oscilógrafo localizará fácilmente la tensión perjudicial, indicando su magnitud, frecuencia y otras características que el voltaje pueda tener, señalando así la causa u origen de la perturbación y sugiriendo el remedio. En resumen, el reparador ha de tener presente que el oscilógrafo ahorra tiempo, trabajo y dinero.

Consideraremos los casos específicos, señalando los procedimientos e indicando las ventajas del oscilógrafo en cada aplicación.

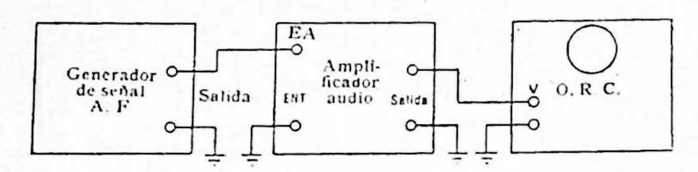


Fig. 6-01. — Montaje para las medidas de ganancia audio o respuesta de frecuencia.

Medida de la potencia audio de salida (Fig. 6-01)

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Ajustar el generador de señal audio a la frecuencia deseada* y el control de salida para una tensión de salida conveniente 0,1 voltio para las comprobaciones de ganancia total de amplificadores y hasta 3,5 voltios en medidas de ganancia de un solo paso. En todos los casos, ajustar para el tamaño adecuado del oscilograma.
3. Ajustar convenientemente la impedancia de salida del generador-impedancia de salida cuando alimente directamente la rejilla de válvula, impedancia baja para el primario de un transformador de entrada.
4. Calibrar el amplificador vertical del oscilógrafo.**

* Para confrontaciones o verificaciones de la salida *únicamente*, utilizar 1.000 ciclos, que es la frecuencia patrón de ensayo en las medidas de audio. Con ciertos equipos, puede ser espeficado el ensayo en 400 ciclos. Esta frecuencia es la de modulación normal o patrón en los osciladores de pruebas. Para una verificación completa de curva de respuesta, pueden emplearse todas las frecuencias comprendidas entre 20 y 15.000 ciclos. Véase más adelante lo referente a curva de respuesta en este mismo capítulo.

** Para calibrar el amplificador vertical se procede como sigue:

1. Poner la escala calibrada sobre la pantalla del oscilógrafo. La escala suele estar graduada en décimas de pulgada.
2. Con un voltímetro de confianza, medir una pequeña tensión de c.a. Puede servir la tensión de 6,3 de calefactor.
3. Aplicar esta c.a. medida a la entrada vertical del o.r.c. Suponiendo que la tensión mida 4,6 voltios, ajustar el control de ganancia vertical hasta que la desviación sea de 46 divisiones. La pantalla estará entonces calibrada a 0,1 voltio por división. *No tocar el control de ganancia después de esta calibración.* Para

5. Conectar los terminales de la entrada vertical del oscilador en paralelo con el arrollamiento de la bobina móvil del transformador del altavoz (transformador de salida).
6. Aumentar la ganancia con el control correspondiente en el amplificador hasta que empiece a manifestarse distorsión. Esta es la máxima salida obtenible sin distorsión.
. Tomar la lectura de la tensión de salida en la pantalla del o.r.c y calcular la ganancia dividiendo esta tensión de salida por la tensión de entrada desde el generador de señal.

Ejemplo:

Tensión de entrada	0,1	voltio
Calibración de pantalla . .	0,1	voltio por división
Lectura de la salida . . .	36	divisiones=3,6 voltios

$$\text{Ganancia} = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}} = \frac{3.6}{0.1} = 36.$$

En los cálculos de salida de *potencia* elevar al cuadrado el valor de la tensión de salida y dividir por la impedancia de la bobina móvil. En rigor, solamente debe utilizarse la componente resistiva de la impedancia de la bobina móvil, pero el error cometido es muy pequeño.

Ejemplo:

Tensión de salida	3,6 voltios
Impedancia de la bobina móvil.	4 ohmios

$$\text{Salida de potencia } P = \frac{E^2}{R} = \frac{3{,}6^2}{4} \quad 3{,}24 \text{ vatios}$$

Curva de respuesta audio

Como los generadores de barrido de audio frecuencia no son muy corrientes es necesario dibujar una curva de la tensión de salida en

---

los diferentes alcances de la escala el procedimiento es análogo. Así, una entrada que mida 125 voltios y cubra 50 divisiones de la escala en la pantalla, indica una sensibilidad de 2,5 voltios por división. Cuando se requieran valores absolutos de tensión, la calibración del voltímetro debe ser exacta. Aunque la precisión del voltímetro ordinario de c.a. no es mucho mayor que la correspondiente a una tolerancia del 5 por 100, puede ser confrontado el mismo instrumento en una escala o parte de ella con el patrón con que fué calibrado. Para las medidas de ganancia o respuesta la exactitud *absoluta* del instrumento es de poca trascendencia. Siempre que se utilice el mismo instrumento de medida para calibrar la pantalla del o.r.c. y la entrada al amplificador desde el generador de señal de audiofrecuencia, los cálculos de la ganancia serán exactos.

función de las frecuencias individuales, con el fin de obtener la frecuencia global de un amplificador.

El procedimiento para obtener la curva de respuesta es muy análogo al de la medida de salida que acabamos de exponer. El generador de señal audio debe tener un margen de 20 a 20.000 ciclos. El atenuador de salida debe estar calibrado en voltios (o milivoltios) o ser fácilmente medible. Para trazar la curva de respuesta se procede como sigue:

1. Disponer el equipo para medidas de salida de audio.
2. Calibrar la pantalla del oscilógrafo.
3. Mantener constante el nivel de salida del generador de señal durante toda la prueba (con las comprobaciones ordinarias uti-

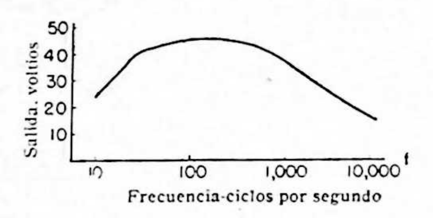


Fig. **6-02.**—Curva de respuesta de un amplificador audio de mala calidad

lizando un voltímetro), alimentar las diversas frecuencias a la entrada del amplificador en sucesión logarítmica aproximadamente desde 20 a 100 ciclos en pasos de 10 ciclos, desde 100 a 1.000 en pasos de 100, desde 1.000 en adelante en pasos de 1.000 ciclos. En 10.000 ciclos los pasos pueden ser aumentados a 2.000 o 3.000. La calibración del dial del generador de señal sugerirá por sí misma, probablemente, esta selección de intervalos de frecuencias.
4. Anotar todas las lecturas de salida.
5. Dibujar una curva de respuesta de salida audio en función de la frecuencia, como la representada en la figura 6-02. Esta curva está referida a *voltaje*. Como las variaciones de audio se interpretan mejor en términos de unidades de intensidad sonora subjetiva, o *sonoridad*, es conveniente convertir esta curva en otra que exprese decibelios. Siendo 1.000 ciclos la frecuencia de referencia aceptada en las pruebas de audio, los gráficos de las variaciones se trazan por comparación con el nivel de audio de 1.000 ciclos, asignando la relación de un nivel cualquiera con respecto al nivel de 1.000 ciclos. Empleando tensiones de comparación, la fórmula es:

$$\text{db} = 20 \log_{10} \frac{\text{tensión en cualquier frecuencia}}{\text{tensión en 1.000 ciclos}}$$

Si se conocieran las *potencias* relativas, la fórmula se convertiría en:

$$db = 10 \log_{10} \frac{\text{potencia en cualquier frecuencia}}{\text{potencia en 1.000 ciclos}}$$

Finalmente, una advertencia respecto a la *medida de respuesta.* A veces puede comportarse un amplificador de un modo completamente normal en la mayoría de frecuencias pero da mucha distorsión en unas determinadas. Con un voltímetro ordinario en la salida pueden pasar desapercibidos estos puntos de perturbación, pero el instrumento de rayos catódicos los indicará, así como la resonancia en ciertas frecuencias, por una escarpada elevación en la salida. El técnico ha de distinguir entre una *elevación regular* de la salida en una cierta región del espectro y una cresta aguda o serie de picos en la banda. Lo primero indica un comportamiento muy corriente en los amplificadores de audio que *no están diseñados para respuesta absolutamente aplanada y regular.* Lo segundo es indicación de resonancia en ciertas frecuencias, regeneración e incluso oscilación; características todas ellas desfavorables en un audio amplificador, que requieren localizar el defecto y corregirlo.

Medidas de tensión máxima o de cresta en c.a.

Una de las aplicaciones más útiles del oscilógrafo es la medida de tensiones máximas o de cresta de c.a. Aunque existen en el mercado voltímetros de válvula electrónica que dan lecturas de tensiones máximas, no son muy corrientes. El oscilógrafo de r.c., debido a que muestra la onda de c.a. tal como realmente se produce, es un instrumento apropiado para la medida de las tensiones de señal aplicadas a las rejillas de las válvulas amplificadoras, medida de la salida de osciladoras y aplicaciones análogas. El procedimiento es muy sencillo y apenas requiere más explicación que la dada en el capítulo 5. Las instrucciones resumidas son:

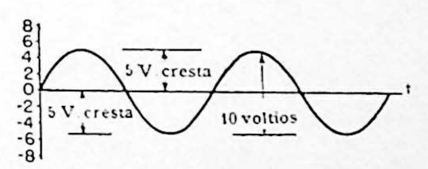


Fig. 6-03. — Explicación gráfica de lo que significa tensión «cresta a cresta» de c.a. El valor eficaz es 3,6 voltios aproximadamente. El valor cresta a cresta es 10 voltios.

1. Calibrar el amplificador vertical del oscilógrafo.
2. Conectar los terminales de entrada vertical en paralelo con la tensión a medir, *de la misma manera que durante la calibración* (condensador serie, si se utiliza alguno, no variar el control de ganancia vertical, etc.).

3. Leer la *tensión total entre las crestas positiva y negativa* en la pantalla. Véase figura 6-03 por ejemplo.
4. Dividir por 2 el valor obtenido en la operación 3, ya que la tensión máxima fué tomada dos veces en la medida de cresta a cresta.

Es posible leer la tensión en la operación 3 desde el eje o línea de cero a cualquiera de los máximos o crestas y en este caso no hay que dividir. Sin embargo, este método suele ser inexacto, porque puede ser difícil determinar exactamente la posición de la línea de cero. Algunas veces esta línea sube o baja con la aplicación de la señal. Tomando el valor de cresta a cresta y dividiendo por 2 se obtiene un valor casi exacto por la reducción del error en la lectura y en la determinación de la línea de cero.

Equilibrio del amplificador de diente de sierra

Un uso muy importante del oscilógrafo es la medida de tensiones de barrido en los receptores de televisión, particularmente en pequeños receptores en que se emplea desviación electrostática. En estos aparatos se utilizan multivibradores como generadores de frecuencia de barrido, seguidos por pasos amplificadores de válvula doble o dual (Figura 6-04). Si, debido a cualquier defecto de la válvula, o componente,

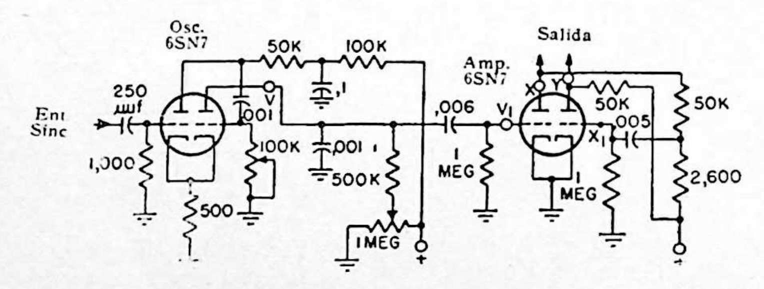


Fig. 6-04. — Un multiplicador y amplificador de 17.750 ciclos. Es muy corriente en los receptores de televisión más baratos.

la salida del amplificador está desequilibrada o distorsionada, las imágenes en la pantalla resultarán muy distorsionadas o acumuladas en un lado. Con una simple prueba empleando el oscilógrafo se localizará rápidamente el desequilibrio.

La prueba de ese sistema sería imposible sin usar el oscilógrafo, ya que las medidas de tensión por sí solas no dan indicación alguna de distorsión, salida desequilibrada, no linearidad, etc. Con el oscilógrafo, el procedimiento es sencillo y eficaz.

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Conectar la entrada vertical al o.r.c. entre la placa de *salida* del multivibrador y tierra (punto V y tierra en la figura 6-04).
3. Ajustar los controles del o.r.c. para oscilograma normal.
4. Ajustar el barrido del oscilógrafo a unos 4.000 ciclos. Como el oscilador horizontal funciona a 15.750 ciclos, aparecerán 4 ciclos aproximadamente en la pantalla.

NOTA.—Es conveniente efectuar esta prueba con el oscilador ajustado a 15.750 ciclos. Si por alguna razón, ha sido variado el control horizontal, puede ser restablecido en su posición sintonizando una estación y ajustando el control hasta que la imagen quede fija en la pantalla. Otro procedimiento es ajustarlo con una señal de audio de 15.750 ciclos.

5. Observar la forma de la onda de salida en el oscilograma. Debe ser casi exactamente como la de la figura 6-05. Si hubiera diferencia notable, el circuito de multivibrador está defectuoso. Se comprobarán las componentes y las tensiones.
6. Aplicar los terminales de la entrada vertical del oscilógrafo a la rejilla de la primera amplificadora (V_1 en la figura 6-04). Comprobar la forma dientes de sierra. Si existe alguna distorsión,

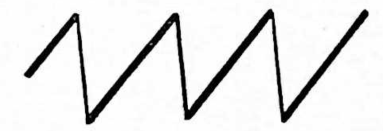


Fig. 6 05.—Onda de sierra tal como aparece en la pantalla del o.r.c. Las líneas de retroceso son muy ténues. La línea de cero (eje X) no será visible. Las puntas de los dientes no deben ser redondeados.

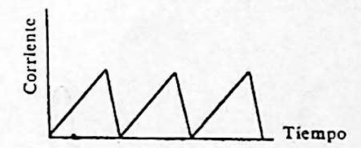


Fig. 6-06. — Forma de onda diente de sierra de la corriente en el núcleo de desviación.

el condensador de acoplo está defectuoso probablemente. El tamaño de los dientes de sierra en esta posición debe ser casi el mismo que en la operación 5.

7. Repetir la prueba en la placa de la primera amplificadora (X en Fig. 6-04), la rejilla de la segunda amplificadora (X_1 en Figura 6-04) y la placa de la segunda amplificadora (Y en Fig. 6-04). La distorsión en cualquiera de estos puntos de prueba indica un defecto en algún componente o válvula. Naturalmente, al pasar de la rejilla de una válvula a la placa de la misma, se

producirá un aumento de tamaño en los dientes de sierra, debibido a la ganancia de la válvula.

8. Comparar el tamaño de los dientes de sierra en las placas de la primera y segunda amplificadora. *Deben tener el mismo tamaño con tolerancia del 3 %*. Cualquier discrepancia mayor dará lugar a aglomeración en una parte de la figura. Localizar y corregir la perturbación hasta que las placas estén equilibradas.

Amplificador vertical. Oscilador

El procedimiento es exactamente el mismo que para el circuito horizontal, excepto que la frecuencia de barrido es 60 ciclos en vez de 15.750. El barrido del o.r.c. debe ser ajustado a un valor todo lo bajo posible, con preferencia a unos 20 ciclos. En frecuencias inferiores a 20, la fluctuación llega a ser molesta y hace difícil la observación.

Desviación magnética. Verificación de la forma de onda

En los grandes receptores de televisión (incluso en algunos de los buenos de 7 pulgadas) se utiliza la desviación magnética. Aquí la forma de onda de la corriente en el núcleo es de diente de sierra, mientras que la forma de la tensión aplicada es como en la fig. 6-07 *c*. No obstante, el procedimiento para la verificación de la forma de onda es prácticamente el mismo que en el sistema electrostático. Las fig. 6-07 (*a, b* y *c*) pueden servir de guía para corregir las formas de onda. Empezando en la fig. 6-07 *a*, vemos primero la forma de onda de salida del oscilador de bloqueo descrita en el capítulo III; el impulso en la rejilla del tubo de descarga (Fig. 6-07 *b*), y la salida del tubo de descarga (Fig. 6-07 *c*) que es la entrada del núcleo de deflexión.

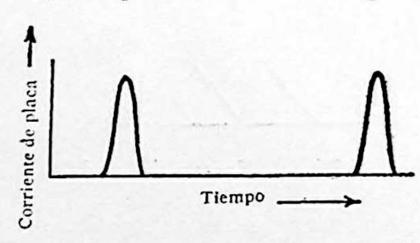


Fig. 6-07 *a*. — Impulso de la corriente de placa que resulta de la tensión de rejilla representada en la figura 6-07 *b*.

Para examinar estas formas de onda en el oscilógrafo, se ajusta su barrido a unos 20 ciclos para los circuitos de desviación vertical, y a unos 4.000 para la horizontal. Luego se conectan, sucesivamente, los terminales de entrada vertical entre tierra y 1) placa de salida del oscilador, 2) placa del tubo de descarga (si es una válvula separada) y, finalmente, 3) en paralelo con el núcleo de la desviación.

Cualquier divergencia importante respecto a las curvas normales debe ser motivo de investigación en el circuito, ya que será causa de distorsión, no linearidad, etc., en la pantalla de televisión.

Prueba de los impulsos de televisión

Otra prueba que *debe hacerse con el oscilógrafo* es la observación de los impulsos de sincronismo y la acción recortadora de los impulsos en el receptor de televisión. El corte incorrecto se manifestará en la forma de ondulaciones en la figura de ensayo (así como en las imágenes), indicando que entran señales vídeo en los circuitos de barrido. El corte incorrecto puede dar lugar a poca fijeza de las imágenes. Son

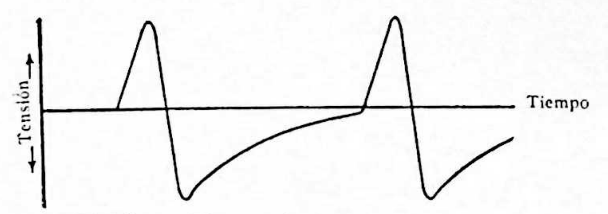


Fig. 6-07 *b*. — Forma de la curva de tensión de rejilla del tubo de descarga y oscilador para dos ciclos de funcionamiento.

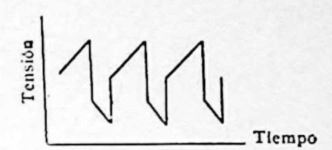


Fig. 6-07 *c*. — Tensión en los terminales del núcleo de desviación, la que producirá en él una corriente como la representada en la figura 6-06.

recortados los impulsos de sincronismo en lugar de la señal vídeo, quedando aquellos pequeños o nulos en la entrada de los circuitos generadores de barrido.

La figura 6-08 representa los diversos tipos de señales vídeo. En la figura 6-08 *a*, aparecen combinadas las señales vídeo y de sincronización. En la 6-08 *b* aparece la señal después de recortado correctamente el impulso de sincronismo sin vídeo. La fig. 6-08 *d* muestra el corte incorrecto en que ha sido suprimido el impulso de sincronismo y ha quedado el de vídeo.

Para confrontar el fenómeno con el oscilógrafo se dispone el equipo como para observar el impulso vertical o el horizontal. Luego, teniendo a la vista la fig. 6-08, se observa el impulso en los siguientes puntos aplicando los terminales verticales a:

1. Salida del vídeo amplificador — esta debe ser la señal combinada. (Fig. 6-08 *a*).
2. Salida del amplificador de sincronización — el corte tiene lugar, ya que la señal video debe ser suprimida sustancialmente (Figura 6-08 *b*).
3. Salida del separador de sincronismo — ambos impulsos (H y B) aparecen sin la señal vídeo.
4. Entrada al oscilador horizontal — solamente debe aparecer el impulso horizontal (Fig. 6-08 *c*).
5. Entrada al oscilador vertical — esto exhibirá únicamente el impulso de sincronismo vertical (Fig. 6-08 *c*).

Téngase presente que las variantes introducidas en el diseño por los fabricantes pueden requerir técnicas diferentes. La mejor recomendación complementaria de este libro es seguir las instrucciones del constructor en todo lo posible, ya que ello evita pérdidas de tiempo y averías.

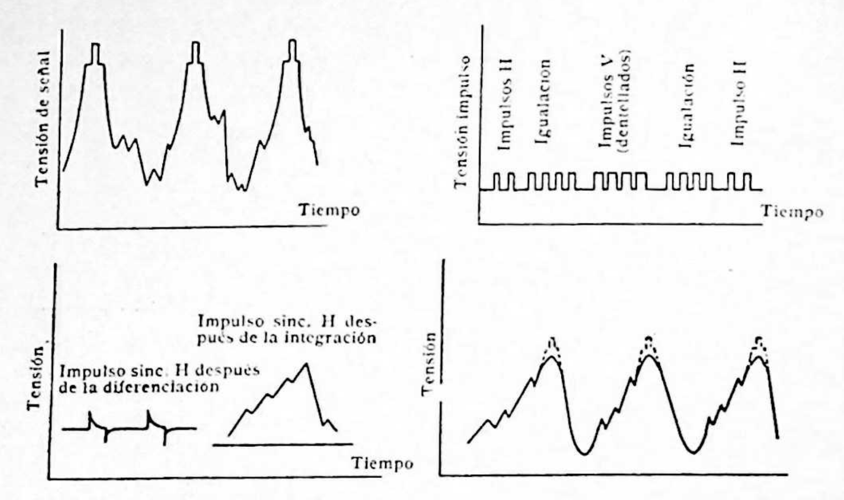


Fig. 6-08 *a* (superior izquieda). — Señal de vídeo combinada (vídeo y sincronismo) después de la detección.
Fig. 6-08 *b* (superior derecha). — Impulso de sincronismo después del corte (salida del paso recortador).
Fig. 6-08 *c* (inferior izquierda). — Entrada a los osciladores de barrido horizontal y vertical.
Fig. 6-08 *d* (inferior derecha). — Cercenamiento malo. Aquí han sido suprimidos los impulsos de sincronismo (línea de trazos), quedando solamente la señal de imagen. Resultado: la imagen no está sincronizada.

Porcentaje de modulación. Transmisores de aficionado

Hay dos tipos principales de figuras de ensayo utilizadas en la prueba de porcentaje de modulación. Ambos son fáciles de obtener y la elección es cuestión de preferencia personal. A menudo es conveniente probar por ambos métodos, ya que ninguno de los dos posee todas las ventajas.

El método de envolvente de modulación es el más sencillo de los dos. La figura que se obtiene depende del barrido en el oscilógrafo y solamente requiere un tipo de señal captada desde el transmisor. Para probar por este procedimiento:

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Hacer una pequeña bobina autosoportada de hilo bastante rígido y acoplarla al circuito tanque del amplificador modulado. Conectar los extremos abiertos de esta bobina a los terminales de la

Entrada vertical del oscilógrafo. Para los detalles véase la figura 6-09.

3. Ajustar los controles de ganancia vertical y horizontal del oscilógrafo para el tamaño adecuado del oscilograma. Ajustar también el tamaño variando el acoplamiento de la bobina captadora con el circuito tanque. El acoplamiento debe ser flojo para obtener los mejores resultados.
4. Ajustar la frecuencia de barrido a un tercio aproximadamente de la frecuencia de modulación. Si la frecuencia audio es 600 ciclos, por ejemplo, la de barrido será aproximadamente 200 ciclos. Incidentalmente, si la frecuencia de modulación es una nota constante, no habrá dificultad en ajustar correctamente la modulación. Con los sonidos de la conversación ordinaria la modulación no es constante, lo que hace difícil el ajuste para el nivel correcto. Cualquier tono inferior a 4.000 ciclos será satisfactorio. Ajustar el control de sincronización para fijar la figura en la pantalla.

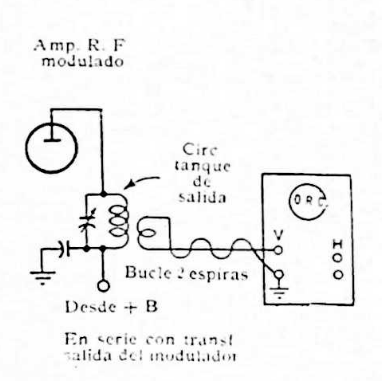


Fig. **6-09**. — Procedimiento de acoplamiento al o.r.c. para la prueba de porcentaje de modulación por el método de «envolvente de modulación».

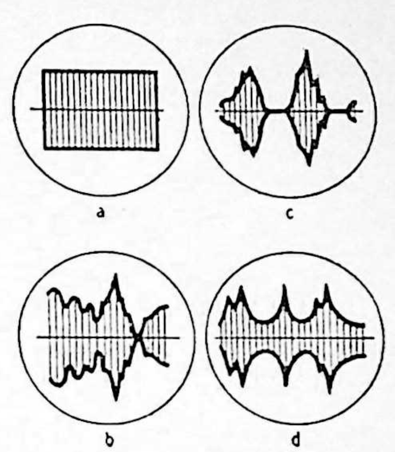


Fig. **6-10**. — *a*, portadora sin modular; *b*, portadora modulada al 100 % (amplitud mínima cero); *c*, sobremodulación 100 % (obsérvese el espacio inactivo a lo largo del eje); *d*, modulación menor del 100 %: la portadora no alcanza nunca el cero en audio frecuencia.

5. Aumentar o disminuir la ganancia audio como convenga, hasta que la amplitud mínima de la portadora sea cero. Véase Figura 6-10 *b*. Éste es lo que indica el 100 % de modulación. La sobremodulación es indicada por espacios en la pantalla (como en la figura 6-10 *c*) mientras la modulación insuficiente aparece como en la figura 6-10 *d*, estando la portadora por encima de cero. Por comparación, la figura 6-10 *a* muestra la portadora in-

tacta, sin modulación. Las figuras 6-10 *b*, *c* y *d* representan la modulación por ondas complejas. La modulación de tono puro (onda senoidal), hubiera producido envolventes senoidales de modulación, suponiendo que no haya distorsión.

6. Como prueba final, se suprime la nota constante de modulación audio y se conecta el micrófono, hablando con tono normal de voz. La envolvente de modulación variará entre las figuras 6-10 *a* y 6-10 *b*, indicando modulación hacia arriba, pero no excediendo del 100 %. Los niveles medios de modulación deben ser siempre inferior al 100 %. Sin embargo, como la proximidad del

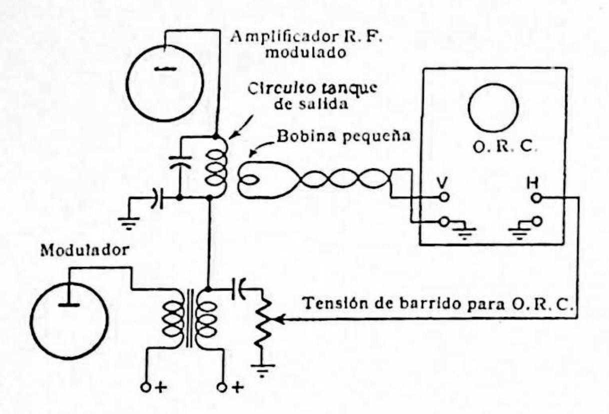


Fig. **6-11.** — Método de acoplamiento al o.r.c. para la prueba de modulación con característica trapezoidal.

micrófono influye en la modulación (salida audio) no puede darse un procedimiento exacto para todos los casos. Una regla que debe seguirse, ya que la sobremodulación puede causar radiaciones parásitas que están prohibidas, es silbar delante del micrófono con nota constante. Solamente en el nivel más alto debe alcanzar la modulación el 100 %. En resumen, mantener el control de ganancia del micrófono ajustado de modo que estando éste a la distancia normal del locutor, la nota constante más alta alcance justamente la modulación del 100 %.

Para la modulación de *figura trapezoidal* el procedimiento es el mismo que para el método de envolvente, excepto en las operaciones siguientes:

1. Poner el conmutador del generador de barrido del oscilógrafo en la posición de desconectado (OFF).
2. Aplicar una parte de la tensión de modulación a los terminales de entrada horizontal del o.r.c. Esta tensión audio puede ser tomada a través de resistor adecuado en el circuito de modulación. Véase figura 6-11.

3. Ajustar los controles del oscilógrafo para figura normal.
4. Con una nota constante en el micrófono (o cualquier otra entrada al modulador, tal como un disco de gramófono), observar la figura en la pantalla del oscilógrafo. Las diversas etapas de modulación están representadas en las figs. 6-12 desde cero a más del 100 %.
5. Hacer una prueba final con el micrófono, como en la operación 6 de la prueba de envolvente de modulación. Recordar que el 100 % de modulación es un nivel que se alcanza pocas veces y nunca debe ser excedido.

Hay unas cuantas averías corrientes de transmisor y los correspondientes procedimientos de localizarlas. El procedimiento para los siguientes casos es el mismo que para las pruebas de modulación. Para el análisis emplearemos la prueba de figura trapezoidal.

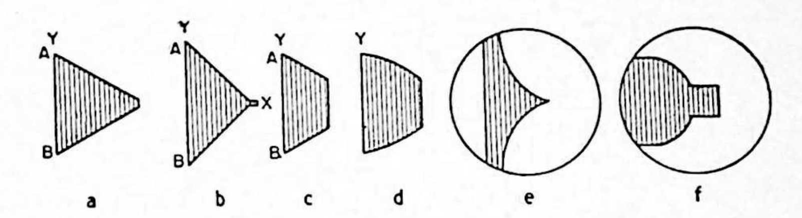


Fig. 6-12. — Características trapezoidales. *a*, modulación 100%; *b*, sobremodulación; *c*, inframodulación; *d*, distorsión de amplitud; *e*, paso de regeneración en clase C; *f*, otra forma de indicación para la presencia de regeneración.

Distorsión. Sobremodulación

Las figuras 6-12 *a*, *b* y *c*, respectivamente, ilustran el método trapezoidal de ensayo de modulación con el 100 %, sobremodulación y modulación insuficiente. La distorsión de amplitud está representada en la figura 6-12 *d*. En la figura 6-12 *a* el 100 % de modulación está indicada por el trapezoide en que la máxima altura AB es el doble de la altura de la portadora de modulación. La sobremodulación es causa de que la longitud AB sea mayor que el doble de la altura de la portadora mientras que la anchura del trapezoide resulta acortada, como en la figura 6-12 *b*. En la modulación insuficiente, la altura es menor que el doble de la correspondiente a la portadora, mientras que la anchura aunque acortada, no se reduce a un punto. Véase fig. 6-12 *c*.

En la práctica, como las tensiones que se utilizan para la modulación son ondas complejas y no ondas senoidales puras, la sobremodulación es más perturbadora ya que es causa de rebasamiento en los canales adyacentes, particularmente en las crestas de modulación inversa. Como representa la fig. 6-12 *b*, la sobremodulación directa o

hacia arriba causa un prolongamiento a lo largo del eje horizontal X.

Para remediar la sobremodulación en la dirección descendente, se invierten las conexiones en un arrollamiento cualquiera del transformador de audio. Esto hace que se invierta la fase de la tensión de modulación. También la reducción de la entrada de audio es un remedio general para la sobremodulación. Cuando se utiliza una onda pura senoidal para la modulación en vez de una tensión audio compleja, basta reducir la entrada de audio, ya que en este caso no hay desequilibrio entre las crestas positivas y negativas de modulación.

Regeneración en paso clase C

La regeneración en un paso clase C puede ser debida a numerosos defectos, tales como no neutralización o desacoplo deficiente. En la pantalla del oscilógrafo la regeneración puede manifestarse por una forma trapezoidal distorsionada, tal como las representadas en las figuras 6-12 *e* y *f*. Cuando la regeneración es debida a desacoplo defectuoso, lo mejor es no variar ningún ajuste y reemplazar uno a uno los componentes dudosos hasta dar con el averiado. Si la causa fuese mala neutralización, el procedimiento es algo distinto. En tal caso, proceder como para la neutralización de un amplificador de r.f. y confrontar la figura de la pantalla después de completada la neutralización.

Neutralización de un paso de r.f. clase C

1. Ajustar el equipo como para la prueba de envolvente de modulación.
2. Suprimir la fuente de modulación.
3. Interrumpir la alimentación de placa del paso que se está neutralizando.
4. Conectar los terminales de la entrada vertical del oscilógrafo en serie con un condensador de 100 $\mu\mu$f y en derivación con el circuito tanque de placa del mismo paso.
5. Conectar los terminales de entrada horizontal a través de un condensador similar y en derivación con el circuito de rejilla del mismo paso.
6. Sintonizar el circuito de rejilla para la máxima desviación horizontal.
7. Sintonizar el condensador de neutralización para la mínima desviación vertical.
8. Repetir las operaciones 6 y 7 hasta llegar a una desviación vertical tan pequeña como sea posible.

Las figuras 6-13 *a* y *b* muestran respectivamente un paso neutralizado y no neutralizado. La 6-13 *c* muestra una característica de doble frecuencia (segundo armónico) debida generalmente a potenciales de placa inapropiados o sintonía incorrecta, o ambas causas. En tal caso está indicado hacer una verificación de tensiones y nueva sintonización. La sintonía inapropiada del circuito de placa puede dar lugar algunas veces a variaciones de fase, como ilustran las figuras 6-13 *d* y *c*. Las medidas con voltímetro o amperímetro de r.f. ordinarias son desde luego inútiles. El oscilógrafo es el único medio de detección así como de corrección en un equipo de aficionado.

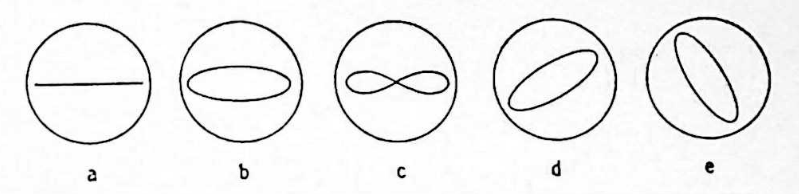


Fig. **6-13**. — *a*, característica de paso r.f. clase C neutralizado; *b*, paso clase C no neutralizado; *c*, presencia del segundo armónico, debido a potenciales incorrectos o desintonía; *d*, desintonía incorrecta del circuito de placa.

Localización de averías con el oscilógrafo de rayos catódicos

La primera mitad de este capítulo está dedicada a la práctica de medidas, que en realidad es una forma de localizar las averías o defectos. Una medida que se efectúe ya sea para comprobar las emisiones correctas de funcionamiento o para localizar un defecto es un verdadero procedimiento de búsqueda de averías. Así, al verificar o confrontar la modulación o la neutralización, buscamos realmente la causa de perturbación en el modulador, amplificador r.f. y en los otros pasos. Los casos que siguen son ejemplos del mismo tipo general, excepto que en ellos se supone que existe avería y luego se procede a localizar la perturbación y aplicar los remedios.

Regeneración en los amplificadores f.i.

La regeneración es común a los circuitos f.i. de vídeo y de audio. Los condensadores de desacoplo, las malas conexiones a tierra, el apantallado inadecuado o defectuoso y el acoplamiento excesivo producen regeneración. En el canal de audio esto puede dar lugar a chasquidos, distorsión y otras malas cualidades de la salida audio. Excepto en los casos extremados, sin embargo, no será imposible la recepción. Pero en vídeo, una leve regeneración de f.i. es suficiente para destruir la imagen.

Para la prueba de distorsión de f.i. se dispone el equipo como para

la alineación paso a paso de f.i. El último paso f.i. es el que primero se prueba, retrocediéndose hasta el mezclador en la forma siguiente:

1. Aplicar una señal al circuito de rejilla del paso.
2. Observar el oscilograma. Si los lados de la curva de respuesta son sinuosos o irregulares (véase fig. 6-14 *b*), existe regeneración u oscilación, según sea el grado de irregularidad de la curva.
3. Aplicar la entrada al paso anterior y así sucesivamente hasta el mezclador, repitiendo esta observación en cada caso.

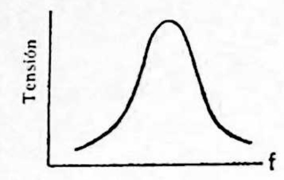


Fig. **6-14** *a*. — Característica normal de f.i. La línea lisa denota que no hay oscilación.

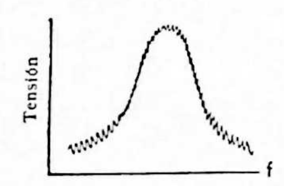


Fig. **6-14** *b*. — La línea en zigzag indica regeneración u oscilación en un amplificador de f.i.

NOTA.—Cuando haya control de ganancia, como en el caso de control de contraste de televisión, ajustarlo al máximo (para máxima ganancia) con el fin de determinar si existe regeneración en esta posición de señal más débil. Es admisible una traza de ligera regeneración con el control al máximo, ya que con una señal de intensidad aceptable no se llegará nunca a esta posición. Inversamente, cualquier señal que sea tan débil como para que sea necesario poner en el máximo el control de contraste, será seguramente demasiado débil para que sea aceptable.

Los remedios para la regeneración son varios. Siempre es recomendable tener a la vista el esquema, así como todos los datos del fabricante de que pueda disponerse. En general, deben investigarse los extremos siguientes:

1. Desacoplo de cátodo, rejilla y retorno de placa.
2. Tensiones excesivas en estos elementos, particularmente en rejilla pantalla y placa.
3. Falta o deficiencia del apantallado.
4. Malas conexiones a tierra. Una mala conexión común a tierra entre las diversas partes del equipo de prueba y el receptor puede dar lugar a regeneración. Naturalmente, esto será una falsa alarma, pero puede ser causa de una serie de contratiempos antes de ser descubierto. La conexión a tierra debe hacerse bien, *con preferencia en un mismo punto y sobre el chasis del receptor.*

5. Exceso de acoplamiento.
6. Entrada de señal excesiva.

Las distintas fases de corrección de los defectos se efectuarán una a una, sin alterar la disposición del equipo de prueba y observando mientras en la pantalla del tubo r.c. los resultados de los remedios que se apliquen. Aunque la regeneración puede ser denotada con un miliamperímetro en placa o un voltímetro, el uso de estos instrumentos en lugar de un oscilógrafo requiere mucha experiencia y cuidado e incluso así no deja de ser un método de «momento feliz». En cambio, el oscilógrafo es infalible.

Distorsión de audiofrecuencia

Un defecto en un paso puede ser causa de distorsión de conjunto. Esto es distinto a la respuesta desigual, tratada anteriormente. Cuando un amplificador distorsiona en todas o la mayoría de frecuencias, si el defecto se corrige para una frecuencia quedará corregido en todas ellas. Para analizar tal defecto:

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Aplicar una onda de referencia o *patrón* a la entrada vertical del o.r.c. Un generador de onda cuadrada es muy útil para ello, pero una onda senoidal también servirá. Si no se dispone de oscilador audio, puede emplearse la c.a. de la red para esta característica de referencia (la alimentación de calefactor a 2,5 o 6,3 voltios servirá muy bien).
3. Observar la forma de la onda en diversas posiciones del control de ganancia vertical. Esto proporcionará una prueba de fidelidad en el amplificador vertical, indicando si la distorsión es debida a la fuente de alimentación. Si la figura en la pantalla tiene una forma correcta sinusoidal, se pasa a la operación siguiente. De lo contrario, el amplificador vertical requiere atención antes de que pueda ser utilizado para localizar la perturbación.
4. Aplicar la onda senoidal (o la onda cuadrada si es ésta la que se emplea) a la entrada del amplificador objeto de la prueba, teniendo el cuidado de aplicar el nivel de señal sin sobrepasar los valores máximos de potencia del amplificador. Observar la forma de onda de la salida. Si la figura en la pantalla difiere considerablemente de la obtenida en la operación 3, el amplificador distorsiona.
5. Repetir la operación 4 en todos los pasos del amplificador, aplicando la señal al circuito de rejilla y conectando los terminales de entrada vertical del oscilógrafo en paralelo con el circuito de

placa del mismo paso, hasta localizar el paso perturbador. A menos que el defecto provenga de la alimentación de potencia, la perturbación tiene que provenir de un paso. Cuando el defecto radica en un circuito común tal como el de suministro de potencia, se le podrá localizar con un voltímetro-óhmetro ordinario.

A continuación se reseñan los diferentes tipos de distorsión con las causas y oscilogramas correspondientes.

Fig. 6-15 *a*.—Onda normal sinusoidal, ya sea antes de la amplificación o a la salida de un amplificador sin distorsión.

Fig. 6-15 *b*.—La misma onda senoidal con alguna distorsión. El aplanamiento de la cresta positiva es debido generalmente a sobrecarga del amplificador.

Fig. 6-15 *c*.—Distorsión más importante en la cresta positiva y en la negativa. Si no hay ningún componente defectuoso, el defecto es debido casi siempre a sobrecarga. Para remediarlo, reducir la señal de entrada.

Fig. 6-15 *d*.—Forma de distorsión debida generalmente a condensador de desacoplo de cátodo en cortocircuito. Cuando se trata de dos válvulas en push-pull, la traza parecerá como en la figura 6-15 *e*.

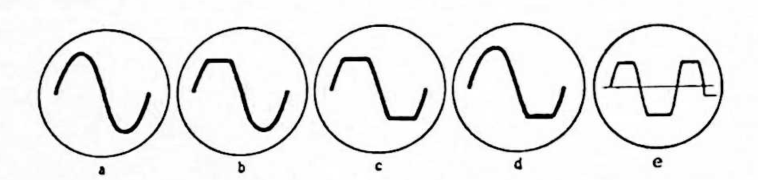
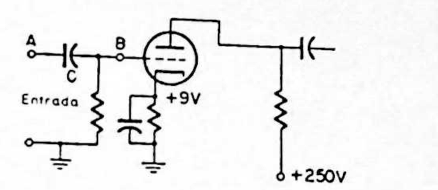


Fig. 61-5. — *a*, c.a. senoidal normal, sin distorsión; *b*, aplanamiento de la cresta positiva debido a sobrecarga; *c*, distorsión de ambas crestas positiva y negativa. La causa es sobrecarga, no un defecto en el amplificador; *d*, distorsión debida a un condensador de desacoplo de cátodo en cortocircuito. La rejilla se hace positiva. La reducción de la entrada no mejorará esta forma de onda; *e*, misma condición que en *d*, excepto que es extensiva a dos válvulas. Tampoco aquí se mejorará la forma de onda reduciendo la entrada de señal.

Un defecto muy corriente en los amplificadores que llevan mucho tiempo prestando servicio intenso es que tenga fugas un condensador de desacoplo en la rejilla de cualquier paso. La figura 6-16 *a* muestra el circuito de paso. Si los terminales verticales del oscilógrafo están conectados entre el punto A y tierra y aparece una figura normal de característica, es que la señal no está distorsionada. Aplicando el conductor de alta tensión de la entrada vertical al punto B en lugar de al punto A, quedará incluído en el circuito el condensador de acoplamiento. Un condensador de acoplamiento C con fugas producirá la curva representada en línea de puntos en la figura 6-16 *b*. Ésta está re-

presentada en una condición de sobrecarga cuando la rejilla tiende normalmente a positiva. El remedio es reemplazar el condensador defectuoso.

Otra causa de distorsión es la desadaptación de la impedancia de carga a la impedancia de la válvula de salida. En las condiciones normales de carga, la onda senoidal de salida, ya sea en la placa de la válvula de salida o en los terminales de la bobina móvil, debe tener



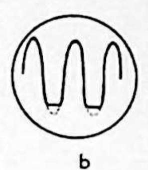


Fig. **6-16** *a* (izquierda). — Diagrama parcial de un paso de audio, en el que se ve como un condensador de acoplo C con fugas impedirá que la rejilla se haga positiva y aplanará la curva en las crestas; *b* (derecha), un paso normal dará una salida como la representada para las condiciones de sobrecarga. Un condensador de acoplo con fugas impedirá que la rejilla se haga positiva, dando la curva de puntos.

casi la misma forma que la onda de entrada o sea senoidal. Cuando la desadaptación es considerable, tendrá una de las dos consecuencias siguientes:

1. Si la carga es insuficiente (una impedancia demasiado alta en la válvula), la onda es muy abrupta, como en la figura 6-17 *a*.
2. Si la causa es una carga excesiva, como cuando la impedancia de carga es demasiado pequeña para la válvula en particular, la forma de la onda de salida será redondeada, como aparece en la figura 6-17 *b*.

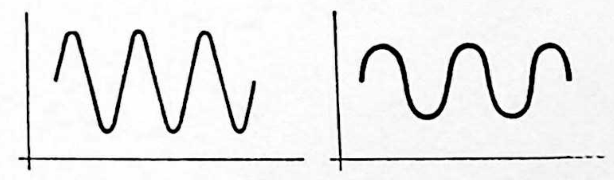


Fig. **6-17** *a* y *b*. — Distorsión debida a desadaptación de carga en un amplificador final. *a* (izquierda), efecto de carga demasiado pequeña (alta impedancia); *b* (derecha), carga demasiado grande (poca impedancia o cortocircuito parcial) en la salida del amplificador.

Localización de zumbido de c.a.

La localización del zumbido tiene gran importancia en los circuitos de vídeo, ya que el zumbido de c.a. existente en la alimentación de potencia encuentra camino de propagación en los circuitos de barrido y finalmente modula la propia imagen. El resultado puede ser una lenta

oscilación de la imagen en la pantalla. Puede ser observado mejor estando desconectada la antena. El área rectangular iluminada en la pantalla del tubo de imágenes, llamada rastro, tendrá lados ondulados en lugar de lados rectos. La figura 6-18 *a* muestra la apariencia de un rastro normal, mientras que la figura 6-18 *b* ilustra los efectos de la c.a. en los circuitos de barrido (obsérvense los bordes ondulados). Esto es debido principalmente a la presencia de c.a. en los circuitos de barrido.

Cuando la c.a. encuentra camino de propagación en los circuitos de desviación vertical, el efecto aparece como líneas horizontales se-

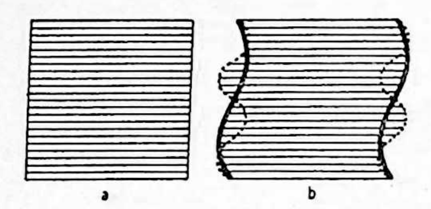


Fig. **6-18**. — Zumbido de c.a. en circuitos de desviación horizontal de aparato TV. *a*, pantalla normal; *b*, zumbido (la línea llena es la de 60 ciclos, la línea de puntos es la 120 ciclos).

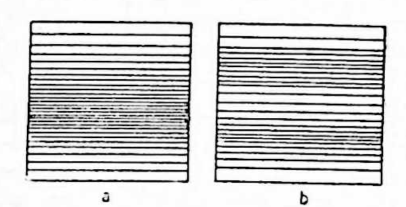


Fig. **6-19**. — Zumbido en circuitos de desviación vertical de aparato TV. *a*, zumbido de 60 ciclos; *b*, el zumbido de 120 ciclos produce doble número de condensaciones y rarefacciones.

paradas desigualmente, tal como en la figura 6-19. Campárase esta figura con la 6-18 *a*, en que las líneas están espaciadas uniformemente, indicando un rastro normal. En las condiciones reales de recepción de imágenes, esta separación de las líneas dará lugar a acumulación en el sentido vertical de una parte de la imagen alternada con la distensión de la porción adyacente. Esto, naturalmente, produce distorsión. Además, cuando las líneas están aglomeradas o superpuestas, los detalles contenidos en ellas se superponen motivando pérdida de nitidez y detalle.

Otro efecto de la c.a. en los circuitos de c. c. es un borrado parcial de la imagen. La figura 6-20 muestra el resultado de la acción de la c.a. en los circuitos de vídeoamplificador.

En los circuitos de audio, particularmente aquellas que tienen buena respuesta en baja frecuencia, la acción de mucha c.a. en donde solamente debe haber c. c. puede dar lugar a un zumbido intolerable, aunque esto no es lo corriente en los receptores universales (c.a. y c.c.) ni en los canales de audio de receptores de televisión del tipo barato, ya que estos aparatos dan mala respuesta en 60 y 120 ciclos.

En todos los casos precitados podrían utilizarse los instrumentos ordinarios para medir la c.a. incremental superpuesta a la c.c., pero

esto es un procedimiento tan complicado como de dudosos resultados. El oscilógrafo es rápido y apropiado para localizar el origen de la perturbación como asimismo para observar los efectos del remedio apli-

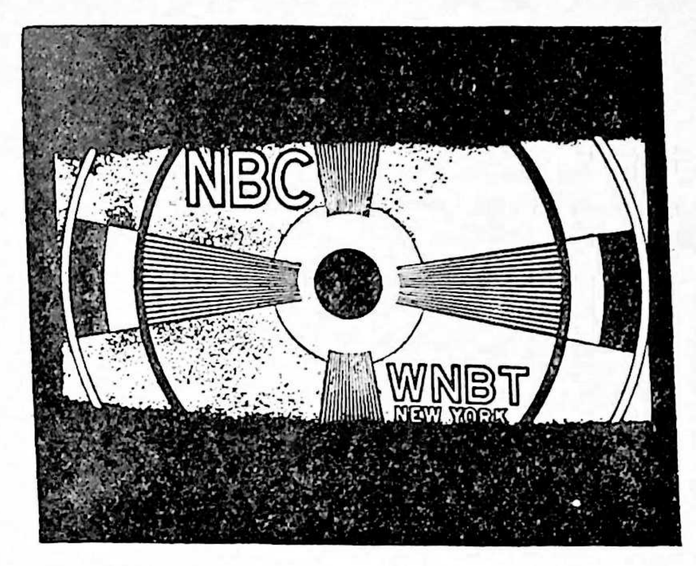


Fig. 6-20. — Resultado de zumbido excesivo de c.a. en un amplificador vídeo.

cado en el caso particular. El procedimiento es generalmente como sigue:

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Ajustar el generador de barrido a unos 20 ciclos aproximadamente para observar fácilmente los 60 y 120 ciclos. Ajustar la ganancia conveniente según el caso.

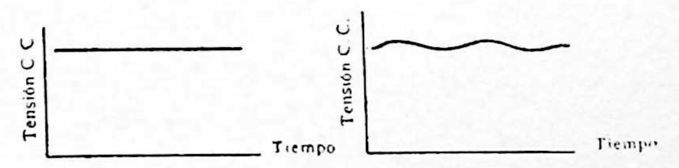


Fig. 6-21. — *a* (izquierda), salida normal de c.c. bien filtrada, en un sistema rectificador; *b* (derecha), rizo de la salida de c.c. debido a filtraje deficiente.

3. Conectar el terminal de tierra del oscilógrafo a un punto de buena tierra en el receptor o en el amplificador en cuestión. Si esta conexión es defectuosa puede aparecer zumbido que no sea debido a defectos en el equipo. Conectar el terminal activo de la entrada vertical del o.r.c. (en serie con un condensador de 0,25 $\mu\mu f$ si el punto de prueba está a más 500 voltios sobre tierra) a varios puntos del sistema de alimentación de potencia B.

4. Con todos los controles del oscilógrafo ajustados convenientemente, observar el oscilograma. Una buena alimentación de c.c. dará salida en línea recta, tal como en la figura 6-21 *a*. Si hay suficiente c.a., resultará una traza como la de la figura 6-21 *b*.

Zumbido en la propia alimentación de potencia

Antes de indicar los putos de prueba y remedios, advertimos lo siguiente: El amplificador vertical del oscilógrafo puede tener una ganancia muy alta en algunos casos. A causa de ello, una traza muy ligeramente ondulada en el oscilograma de la figura 6-21*b* no es necesariamente indicación de anomalía. Si el control de ganancia del oscilógrafo está ajustado al máximo o muy cerca del máximo, una

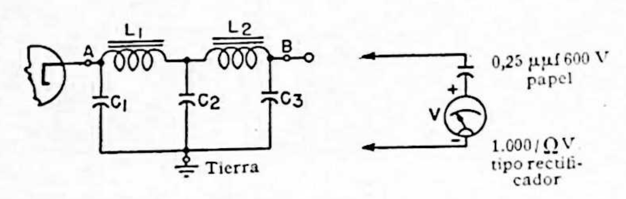


Fig. 6-22. — Sistema típico de filtro rectificador; con entrada por choque, es omitido C_1. Puede utilizarse el voltímetro en vez del oscilógrafo.

cantidad despreciable de c.a. que siempre está presente en una alimentación de esta corriente rectificada, puede causar un movimiento ondulatorio rápido o «culebreo» en la pantalla. Antes de hacer estas pruebas de zumbido de alterna es preciso familiarizarse con el comportamiento del amplificador vertical. Una vez conocido bien el equipo, se está en condiciones de interpretar lo que es una traza normal y cuándo tiene excesiva ondulación de c.a. En general son admisibles las siguientes tensiones (máximas) de c.a. medidas en los diversos puntos del suministro de potencia, como se indica en la figura 6-22:

1. Salida del rectificador, entrada al condensador onda completa (punto A, fig. 6-22): 5-15.
2. Salida del rectificador, entrada condensador media onda (punto A, fig. 6-22): 10-30.
3. Lo mismo que en apartado 1, exceptuando choque de entrada (punto A, fig. 6-22): 70-100.
4. Para condiciones sin carga, en los casos anteriores: 20 por 100 de los valores anteriores.
5. Después del filtro, cualquiera de los casos anteriores (punto B, figura 6-22): 0,5 aproximadamente o el 0,1 por 100 de la tensión total. Esto daría unos 0,25 voltios de c.a. en una alimentación de potencia de 250 voltios, 1 voltio en una alimentación

de 1.000, etc. Para la medida de las anteriores componentes de c.a. puede emplearse cualquier método de oscilógrafo calibrado (véase nota págs. 76, 87) o un voltímetro de c.a. del tipo rectificador y margen apropiado, *en serie* con un condensador de papel, de alta calidad, y 0,25 μμf colocado entre los mismos terminales entre los que se colocó el oscilógrafo en las pruebas anteriores. Sin embargo, se recomienda la *observación* con el oscilógrafo como medio sencillo de localizar el zumbido así como para determinar la importancia de la modulación de c.a. Puede afirmarse con bastante seguridad que una vez que el operador haya adquirido suficiente destreza en el manejo del oscilógrafo y haya aprendido a juzgar cuantitativamente la significación de una determinada cantidad de modulación de c.a. en la pantalla, pocas veces tendrá que recurrir al voltímetro para esta clase de trabajo.

Las causas del zumbido en la alimentación de potencia son poco numerosas y fáciles de localizar. Los remedios son también fáciles. Aquéllas se reducen a un condensador de filtro con fugas o en circuito abierto, y algunas veces, las menos, un choque de filtro en cortocircuito. No incluímos el caso de condensador de filtro en cortocircuito porque entonces habrá otras consecuencias mucho más notables (baja tensión, sobrecalentamiento, desperfectos, etc.) con las que el reparador está familiarizado. Una causa de zumbido, mucho menos frecuente y menos obvia, es el *sobrecalentamiento* de la fuente de alimentación. Cuando se haga la prueba siendo ésta la causa, el oscilógrafo mostrará poca diferencia antes y después del choque de filtro. En algunos casos de gran sobrecarga, el choque puede ser puenteado o eliminado del circuito sin que el zumbido aumente sustancialmente. El remedio, si la sobrecarga no puede ser reducida, es reemplazar el choque de filtro con otro mayor (mayor inductancia para la misma corriente).

Zumbidos ajenos a la alimentación de potencia

No todo el zumbido encuentra paso por los circuitos de c.c. del suministro de potencia. A veces se atribuyen a éste defectos que radican en otras partes del circuito. Una pequeña cantidad de c.a. captada de las conexiones de calefactor, lámpara piloto, o circuitos análogos de c.a. alcanza el circuito de rejilla o polarización por cátodo de un amplificador sensible y es amplificada en el circuito de placa de la misma válvula y hasta puede ser amplificada después excesivamente en otras partes del circuito. Las válvulas con fuga excesiva entre cá-

todo y calefactor pueden causar zumbido en algunos circuitos críticos.

La figura 6-23 representa una parte de un circuito (receptor o amplificador) en que el zumbido no se puede atribuir al suministro de potencia. Suponiendo que hayan sido eliminadas las válvulas defectuosas, deberán ser verificados los puntos siguientes para la presencia de c.a. de la misma manera que antes se hizo en la unidad de alimentación.

1. Retorno de placa (punto A), prueba para condensadores de desacoplo defectuosos.
2. Alimentación de rejilla-pantalla (punto B), prueba para condensadores de desacoplo defectuosos.

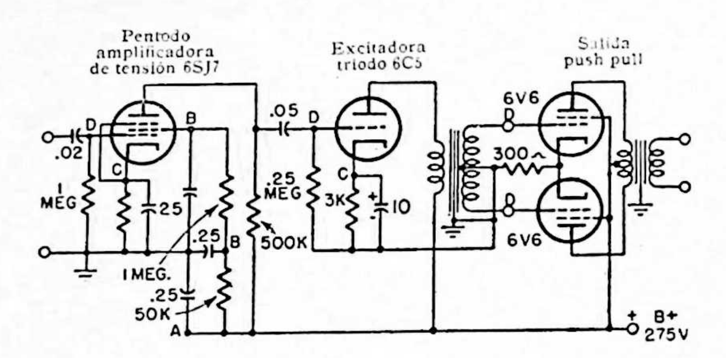


Fig. 6-23. — Amplificador audio típico de alta frecuencia. Las flechas indican que la existencia de c.a. en esos puntos será causa de zumbido de la salida.

3. Circuitos de cátodo (puntos C), prueba para condensadores de desacoplo defectuosos.
4. Circuitos de rejilla (puntos D). Éste es quizá el circuito más perturbador por captación de c.a., a causa de su sensibilidad. Prueba para zumbido *sin aplicar señal.* La colocación de los componentes, conexiones (alambrado), etc., es extraordinariamente importante.

Las anteriores perturbaciones pueden ser particularmente desfavorables en los grandes receptores de varias válvulas, amplificadores video y FM, y equipos similares de alta ganancia que tengan los elementos muy aglomerados. En el servicio de reparación, en que se ha de trabajar en aparatos de diseño comercial, el defecto no estribará generalmente en deficiencias del propio diseño, sino más bien en *componentes defectuosos.* Por consiguiente, será muy ventajoso utilizar todos los datos de servicio proporcionados por el constructor, de que se disponga. A falta de tal información, el reparador deberá proveerse al menos de un esquema antes de ponerse a trabajar en un aparato complicado de muchas válvulas. Cuando ni siquiera esto es ase-

quible, los procedimientos generales que hemos explicado, juntamente con la experiencia del técnico y sus conocimientos fundamentales, resultarán indispensables para afrontar el problema.

Una nota final de precaución: téngase presente que los receptores modernos de televisión y MF están proyectados muy cuidadosamente, casi hasta el punto de podérseles considerar como de construcción individual. Por consiguiente, aunque el diseño original sea perfecto, podrán introducirse alteraciones importantes en el circuito cuando se reemplacen elementos defectuosos o haya que tocar las conexiones. Se procurará por todos los medios *reemplazar dichos elementos y conexiones tan exactamente como sea posible para que queden en sus posiciones primitivas.* A menos que así se haga, es muy posible que aparezcan defectos de zumbido, oscilación, desintonía y mucho más.

Corte incorrecto de vídeo

Puede ser ésta una causa muy perturbadora en los receptores de televisión. Para comprender esta cuestión es preciso conocer la función del recortador. La señal de video que llega al receptor contiene los detalles de la imagen y la información de sincronismo. Esta última información aparece como impulsos en el extremo alto de la señal combinada (véase fig. 6-24). Una vez que han sido separadas estas dos señales después de la detección, el detalle de la imagen pasa a los

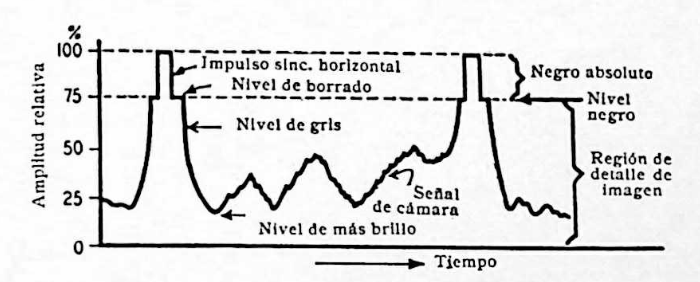


Fig. 6-24.—Una línea de señal vídeo patrón de RMA (sistema de polaridad negativa).

circuitos de videoamplificador y luego a la rejilla del tubo de imagen, mientras los impulsos de sincronismo alimentan los osciladores de barrido horizontal y vertical. El proceso de corte envuelve la supresión de todos los detalles de imagen en los impulsos de sincronización para que toda la información del sincronismo se aplique a los generadores de barrido.

Así, pues, el corte correcto requiere la supresión de todo detalle de imagen sin destruir los impulsos de sincronismo, pero hay dos causas posibles de dificultad en conseguirlo. *Corte insuficiente*, causado

ya sea por una válvula defectuosa u otro componente, que deja demasiado detalle de imagen en el impulso de sincronización. Esto será causa a su vez de irregularidad en todas las líneas rectas de la imagen, tales como los bordes verticales de las figuras de ensayo. Es lo que en el argot profesional se conoce por «introducción de video en el sincronismo».

El corte defectuoso, aunque menos corriente en los receptores comerciales, puede ser causado por una inversión de fase entre el detector video y los circuitos de sincronización, de forma que los impul-

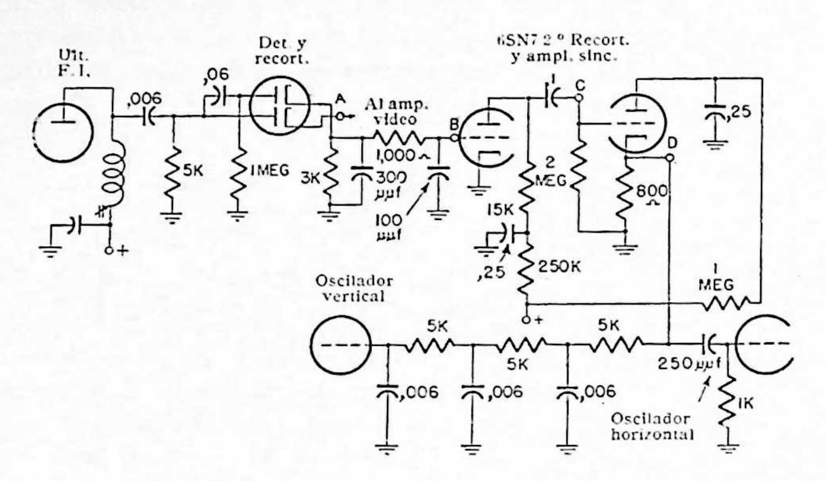


Fig. 6-25. — Diagrama de un detector-limitador (recortador)-amplificador típico alimentando los osciladores *H* y *V*.

sos son los que resultan recortados en lugar de la señal video. La consecuencia es muy mala sincronización o falta total de ella. La imagen no permanecerá fija en la pantalla sino que se moverá vertical o lateralmente.

La figura 6-24 muestra la señal combinada. El corte incorrecto implica sencillamente el que la señal es alimentada al oscilador de barrido tal como aparece en la pantalla. Una señal normal de sincronismo, después del corte correcto, aparece como en la figura 6-08 *b*. Si el extremo indebido de la señal es el recortado, los impulsos serán suprimidos y la señal video pasa intacta al amplificador de sincronización y luego a los amplificadores de barrido. Esto está representado en la figura 6-08 *d*. El resultado, según hemos dicho, es una imagen movediza, evidencia de mala sincronización, o ausencia absoluta de ella.

Para analizar la señal con el oscilógrafo:

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Disponer el oscilógrafo para la observación de características.

3. Ajustar el barrido a 5.000 ciclos aproximadamente. Esto permitirá ver unas tres líneas en la pantalla.
4. Hacer una buena conexión a tierra en el receptor uniéndolo al terminal de tierra de la entrada vertical, y con el terminal activo o de alta de dicha entrada tocar los puntos A, B, C y D, en el orden enumerado, observando los resultados (fig. 6-25). En el punto A la señal estará intacta, como en la figura 6-24. En el punto B, si todo está bien, en la señal recortada estará suprimida la mayor parte de video. En el punto C aparecerán los impulsos solamente, como en la figura 6-08. En el punto D se tendrá el mismo impulso después de la amplificación.

Alimentación de vibrador para radio de automóvil

Una de las aplicaciones más sencillas del oscilógrafo es la verificación y corrección de los defectos en los sistemas de vibrador para radio de automóvil. A pesar de que es casi imposible hacer este trabajo de reparación en el taller sin emplear el oscilógrafo, hay muchos reparadores que desaprovechan las ventajas de este instrumento. Dificultades tales como averías crónicas de rectificador, poca du-

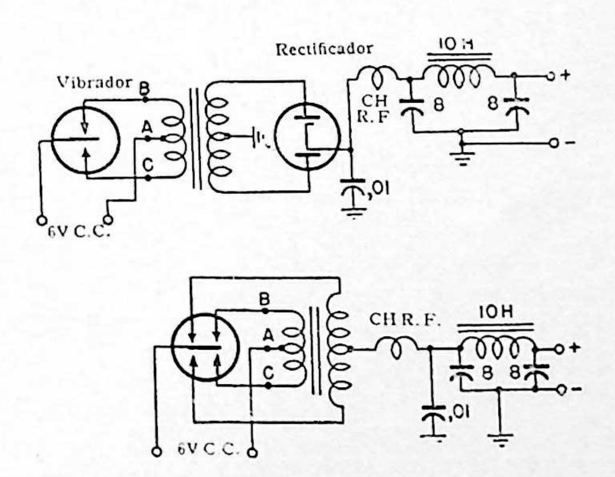


Fig. 6-26 *a* y *b*. — Diagramas simplificados de una unidad de alimentación de potencia para vibrador no sincrónico (arriba) y sincrónico (abajo).

ración de los vibradores, tensiones bajas de salida y receptores ruidosos son casi imposibles de diagnosticar con el analizador corriente y en cambio con el oscilógrafo se localizan con muy poco trabajo y en poco tiempo.

Un condensador amortiguador (buffer) defectuoso puede ser causa de que se produzca un arco en la salida y de que se estropee el vibrador, tubo rectificador e incluso el transformador de potencia.

De modo análogo, el estar mal ajustados los contactos del vibrador pueden causar los anteriores efectos y además ruido en el receptor.

La figura 6-26 representa una parte del sistema de alimentación del vibrador. Con el circuito funcionando en condiciones normales y la entrada vertical aplicada en paralelo a los puntos A y B o A y C *(no a tierra)*, la curva de la tensión será como la de la figura 6-27*a*.

La frecuencia de barrido del o.r.c. para esta prueba debe ser de 40 a 50 ciclos, apareciendo 3 ó 4 ciclos en la pantalla. Obsérvese que la onda es sustancialmente cuadrada, sin picos ni ángulos redondeados. Esto indica un valor correcto del condensador buffer y una separación correcta de los contactos del vibrador.

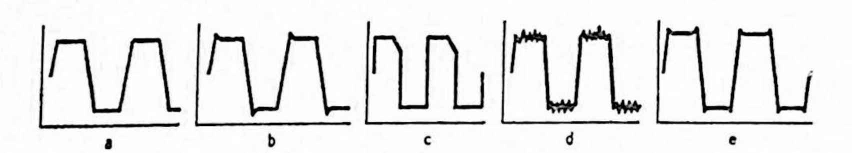


Fig. **6-27.** — *a*, forma de onda normal para un vibrador no sincrónico; *b*, condensador amortiguador (buffer) demasiado pequeño o falta de él; *c*, condensador buffer demasiado grande; *d*, contactos desgastados; pueden motivar reducción de la salida y mala regulación; *e*, forma de onda normal para vibrador sincrónico.

La figura 6-27*b* indica que el condensador buffer es demasiado pequeño o que no ejerce ninguna acción amortiguadora. Esto suele ir acompañado de tensiones bajas de salida. Si no puede hacerse la sustitución con otro condensador igual, debe elegirse uno que dé una forma de onda tan parecida como sea posible a la de la figura 6-27*a*.

La figura 6-27*c* muestra el efecto de un condensador buffer demasiado pequeño. El borde posterior de la onda aparece achaflanado. Un defecto muy común en los vibradores viejos es hacer malos contactos debido a desgastes y desuniformidad de las superficies. La onda resultante es como la de la figura 6-27*d*. Podrá acaso remediarse el defecto limando cuidadosamente los contactos y reajustando la separación entre ellos, aunque puede ser más conveniente e incluso más económico reemplazar el vibrador por uno nuevo.

La figura 6-27*e* muestra la forma de onda de un vibrador normal del tipo *sincrónico* (autorrectificador). Los impulsos agudos en este caso no son indicación de defecto, como lo eran en el caso de la figura 6-27*b*. Son debidos a la apertura de los contactos del primario.

Cuando se ajustan los vibradores, hay que tener en cuenta que la ligera diferencia entre las frecuencias de los diferentes vibradores requiere distinta separación de los contactos así como distinta capacitancia del condensador buffer. Como los fabricantes no aconsejan la reparación, es difícil obtener especificaciones del procedimiento de ajuste. Sin embargo, las indicaciones y curvas precedentes son típi-

cas de las prácticas de servicio, como asimismo de diseño y de funcionamiento y serán muy útiles cuando haya que hacer la reparación y no se disponga de las instrucciones específicas.

Determinación de la frecuencia de una f.e.m. desconocida. Figuras de Lissajous

El trazado de varias curvas características y la identificación de frecuencias desconocidas son aplicaciones extraordinariamente útiles del oscilógrafo de rayos catódicos. Problemas tales como la determinación de la frecuencia de un zumbido, frecuencias interferentes, etc., son muy sencillos una vez comprendidos los principios fundamentales.

Hay dos procedimientos generales para el trazado de la curva: En un método se traza la onda desconocida, aplicada a la entrada vertical del oscilógrafo, mediante el barrido lineal del oscilador diente de sierra del propio oscilógrafo. Éste es el procedimiento más corriente de observación en este instrumento. El segundo procedimiento, aunque menos generalizado, es muy útil para determinar frecuencias y relaciones de fase desconocidas. En él se hace uso de las *figuras de Lissajous*. La exactitud del primer procedimiento depende de la que tenga el generador de barrido, mientras que el segundo es más exacto ya que puede utilizarse un patrón de frecuencia exterior calibrado.

Pos las explicaciones dadas en todo lo que antecede, el lector estará ya familiarizado con el método de observación de diente de sierra y sabe que con él se presenta la forma de onda de la tensión o corriente desconocidas tal como realmente se desarrolla en el circuito, sin recurrir a ninguna comparación con una onda de referencia. En el método de las curvas de Lissajous se compara la forma de onda desconocida con la de referencia. El procedimiento consiste sencillamente en conectar la tensión desconocida (frecuencia desconocida) a los terminales de la entrada del amplificador vertical y una tensión de frecuencia patrón (por lo general 60 ciclos) a la entrada del amplificador vertical. El generador de barrido queda fuera de circuito.

En la fig. 6-28 aparecen varias curvas o figuras de Lissajous típicas. En la fig. 6-28*a* ambas tensiones son de la misma frecuencia (60 ciclos), resultando una circunferencia perfecta. Si la frecuencia desconocida tiene algo de distorsión, en lugar de ser una onda senoidal pura, la curva tendrá alguna irregularidad. De todas las figuras de Lissajous la circunferencia es la más sencilla. La relación entre el número de bucles verticales y horizontales determina la relación entre la frecuencia de referencia y la desconocida. Aquí la relación es 1 : 1 y por tanto las frecuencias son iguales. Cuando la relación es 2 : 1, como representa la fig. 6-28*b*, la frecuencia desconocida es 30 ciclos.

Por deducción análoga, la fig. 6-28*c* representa una relación de 1 : 5, es decir, la frecuencia desconocida es 5 veces la de referencia, o sea 300 ciclos. En las figs. 6-28*d* y 6-28*e* se representan relaciones de 6 : 1 y 5 : 3, siendo las frecuencias desconocidas de 10 y 36 ciclos, respectivamente. La fig. 6-28*f* denota una frecuencia desconocida de 72 ciclos, siendo la relación 5 : 6, lo que significa que la desconocida es 6/5 de la frecuencia patrón de 60 ciclos.

No es que sea necesario emplear una frecuencia de 60 ciclos como referencia en estas pruebas por comparación, sino que puede utilizar-

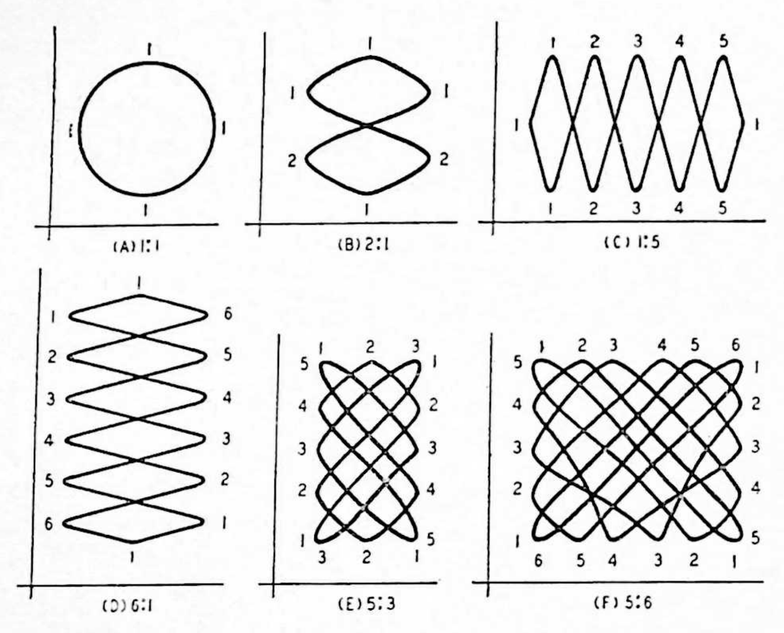


Fig. 6-28.—Figuras de Lissajous correspondientes a diferentes relaciones de frecuencia.

se igualmente otra frecuencia cualquiera conocida. Lo que se hace generalmente es emplear la tensión de la red, que resulta apropiada siendo de 60 ó 50 ciclos y además es muy constante.

El método general para el cálculo de las relaciones de frecuencia es el siguiente: Contar todos los bucles en el borde vertical de la figura y luego en el horizontal. Téngase en cuenta que los bucles a lo largo de la figura son producidos por la tensión aplicada a las placas verticales, mientras que los bucles a lo ancho o en el borde vertical de la figura son producidos por la tensión horizontal. Dividiendo el número de éstos por el de los primeros se obtendrá la relación entre la frecuencia de referencia y la frecuencia desconocida. Así, en la figura 6-28*f* hay seis bucles a lo largo y cinco a lo ancho de la figura, y, por consiguiente, la relación será 5 : 6, siendo la frecuencia desconocida 5/6 de 60, o sea 72 ciclos.

Otra aplicación muy útil de las figuras de Lissajous es la determinación de los ángulos de fase entre señales de la misma frecuencia. Esto es particularmente importante en la verificación de variación de fase en los audioamplificadores de alta calidad, lo que se llama *distorción por variación de fase*, y que implica que en el amplificador se produce un retardo de fase entre la entrada y la salida. Cuando esta variación de fase es pequeña, unos 20 grados, la distorsión resultante es más bien despreciable, por si el ángulo de variación es mayor, o lo que ocurre más a menudo, *la magnitud de la variación es diferente para las distintas frecuencias*, la distorsión será considerable.

Antes de explicar el procedimiento para la prueba de variación de fase, indicaremos el procedimiento general para determinar las diferencias del ángulo de fase entre *dos tensiones cualesquiera*. Tal diferencia de fase no constituye necesariamente una indicación de defecto. Las diferencias de ángulo de fase entre tensiones son completamente normales. En el amplificador, lo que se prueba es la *variación de fase en la misma tensión*, estando originada la variación por la propia unidad que se prueba. Lo que interesa particularmente son las *diferencias en el ángulo de variación con diferentes frecuencias*.

La prueba de defasamiento entre dos tensiones se efectúa como sigue:

1. Dejar que se caliente el equipo.
2. Ajustar los controles del o.r.c. para que la mancha luminosa caiga exactamente en el centro de la pantalla. En este caso es necesario hacer uso de la pantalla de plástico calibrada.
3. Ajustar los controles de ganancia horizontal y vertical para que den la misma desviación exactamente. Esto se consigue aplicando alternativamente una de las tensiones desconocidas a la entrada horizontal y la otra a la entrada vertical, ajustando en cada caso las ganancias horizontal y vertical para el mismo número de divisiones en la pantalla. *No cambiar estos ajustes una vez efectuados*. Si la frecuencia es alta, mayor de 50 kc, la señal debe ser aplicada *directamente* a las placas de desviación del oscilógrafo y las tensiones se ajustan para igual desviación en la pantalla del oscilógrafo.
4. Observar la figura resultante en la pantalla. Si las dos tensiones están en fase, resultará una línea recta inclinada 45°. Una ligera diferencia de fase producirá una eclipse muy aplastada con la misma inclinación aproximadamente (figs. 6-29 A y 6-29 B). Las figs. 6-29 B a 6-29 F corresponden a mayores ángulos de variación o desfasamiento, estando indicado en ellas los valores del ángulo.

Deben recordarse las dos conclusiones siguientes: Primera, si las dos frecuencias permanecen perfectamente constantes, la figura estará inmóvil o fija. Si una de las tensiones varía ligeramente, la figura se transformará lenta y periódicamente en rotaciones completas de 360°. La segunda conclusión es que aunque sea muy fácil determinar el ángulo de defasamiento por la observación de las figuras (fig. 6-29), en general, para fines prácticos será suficiente *ver* si el ángulo es grande o pequeño. Éste suele ser el caso en la prueba de defasamiento

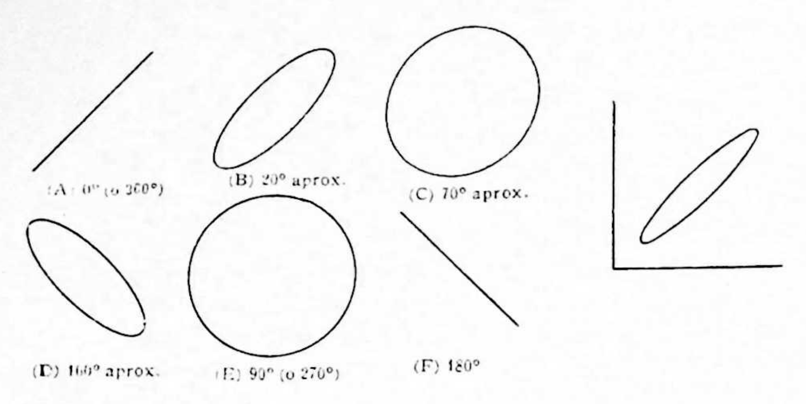


Fig. **6-29** (izquierda). — Características de variación de fase y valores aproximados.
Fig. **6-30** (derecha). — Variación de fase despreciable en un amplificador (10 a 15 grados). Esta dependerá algo de la frecuencia.

de un amplificador, en que el ángulo de variación o defasamiento no suele ser muy grande.

El procedimiento para la prueba de variación de fase en un audioamplificador es algo distinto:

1. Ajustar el equipo como para la prueba de defasamiento entre dos tensiones. Como se trata de audiofrecuencias, podrán emplearse los aplificadores del oscilógrafo.
2. Conectar la salida del amplificador que se prueba a los terminales de entrada vertical del o.r.c. Conectar la entrada del amplificador a los terminales de entrada horizontal del oscilógrafo. De esta manera, la misma señal que alimenta el amplificador en prueba se aplica también al circuito de desviación horizontal del oscilógrafo.
3. Conectar el oscilador audio a la antrada del amplificador en prueba. Ajustar las ganancias del amplificador y del oscilógrafo para que la desviación vertical sea igual a la horizontal, empleando el mismo procedimiento que en la operación 3 de la prueba precedente.
4. Observar el oscilograma. En la mayoría de los casos resultará una eclipse aplastada, ya que solamente habrá una pequeña va-

riación de fase (fig. 6-30). Si la elipse fuese más alta, compararla con las curvas de la fig. 6-29 para determinar el ángulo aproximado de desfasamiento.

5. Variar la frecuencia del oscilador audio en todo el margen (30 a 12.000 ciclos es suficiente para la mayoría de amplificadores) y observar la variación de fase en las diferentes frecuencias.

Se observará que no hay *deslizamiento* de la curva en la pantalla, ya que se emplea la misma fuente de f.e.m. (y la misma frecuencia, naturalmente) para ambos amplificadores, horizontal y vertical, del oscilógrafo.

Una observación final sobre la *variación de fase*. La fig. 6-31 representa un sencillo montaje utilizado como fuente de barrido para la

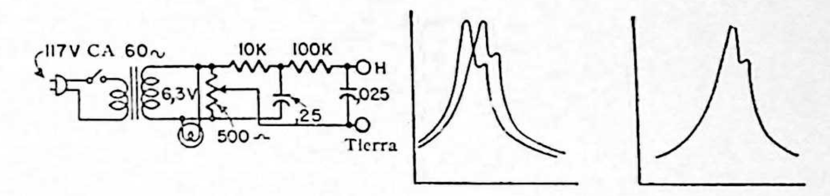


Fig. 6-31. — *a* (izquierda), dispositivo sencillo de variación de fase (60 ciclos) para emplearlo como generador de barrido horizontal en la alineación de MF y TV; *b* (centro), curva doble debida a ligera variación (control de fase sin ajustar); *c* (derecha), control de fase ajustado correctamente. Resulta una sola curva.

alineación de f.i. de banda ancha, tal como en los amplificadores de televisión. Como la mayor parte de los generadores de barrido de frecuencia modulada utilizan 60 ciclos (ó 50 en Europa) para frecuencia de barrido, el sencillo dispositivo en cuestión permite aplicar a los terminales de entrada horizontal del oscilógrafo la misma tensión de frecuencia que la utilizada para la frecuencia de barrido dentro del generador de señal. En la práctica, los terminales de salida de la unidad representada en la figura se conectan en paralelo a la entrada horizontal del oscilógrafo. Sin ajuste previo del potenciómetro, lo probable será que aparezcan las dos curvas en la pantalla algo defasadas, como en la fig. 6-31*b*. Luego se ajusta el potenciómetro hasta que las dos trazas se *superpongan* todo lo posible, ya que así se efectúa mejor la alineación. Sin embargo, independientemente del grado de coincidencia o superposición, se fija la figura en una posición en la que se mantiene durante la prueba.

ÍNDICE ALFABÉTICO

Aprenda Radio en 15 días

por CHRISTIAN GELLER

196 páginas. 220 grabados. 20 × 28 cms.

Obra eminentemente práctica en la que se da a la figura (fotografías y esquemas) un relieve especial con el fin de proporcionar a los lectores una imagen perfecta de los problemas a estudiar.

Materias que contiene: *La electricidad.—Sus efectos.—La corriente alterna.—Las ondas.—Válvulas electrónicas.—El receptor.—Materiales.—El taller de radio.—Montaje de un receptor.—Parte mecánica.—El conexionado en general.—La sección de R. F. del receptor.—Últimos detalles de la construcción.—Ajuste y calibrado del receptor.—Otros circuitos.*

Calibración, ajuste y reparación

por J. DE IVANA

224 páginas. 17 × 12 cms. 103 grabados

Agotada la primera edición, la segunda edición de esta obra ha sido considerablemente ampliada.

Comunicaciones y electrónica

por PENDER y Mc. ILWAIN

Dos tomos, 2.118 páginas. 1.730 grabados. 15 × 22 cms.

El primer tomo de esta obra cumbre aparecerá en abril de 1954 y el segundo en agosto del mismo año. Forma parte de la serie de grandes Manuales *de la Editorial Willey, de Nueva York. Constituye una obra definitiva sobre la materia, habiendo alcanzado las distintas ediciones inglesas publicadas una resonancia clamorosa entre los profesionales que la han convertido en la Biblia de la especialidad. En los EE. UU. es conocida esta obra formando parte del «Electricals Engineers' Handbork», cuya versión castellana ha sido presentada por esta misma editora.*

Matemáticas elementales para radio-electricidad (Basic Mathematics)

por G. F. MAEDEL

352 páginas, 178 figuras. 17 × 25 cms. Tela

Desde la regla de sumar hasta el cálculo de números complejos... Numerosos ejercicios y sus correspondientes soluciones.

Un libro de especial utilidad para quienes desean prepararse por sí mismos *de una forma completa. Indispensable para cuantos precisan soluciones matemáticas en sus talleres. Es considerado como el curso americano básico de matemáticas más solvente.*

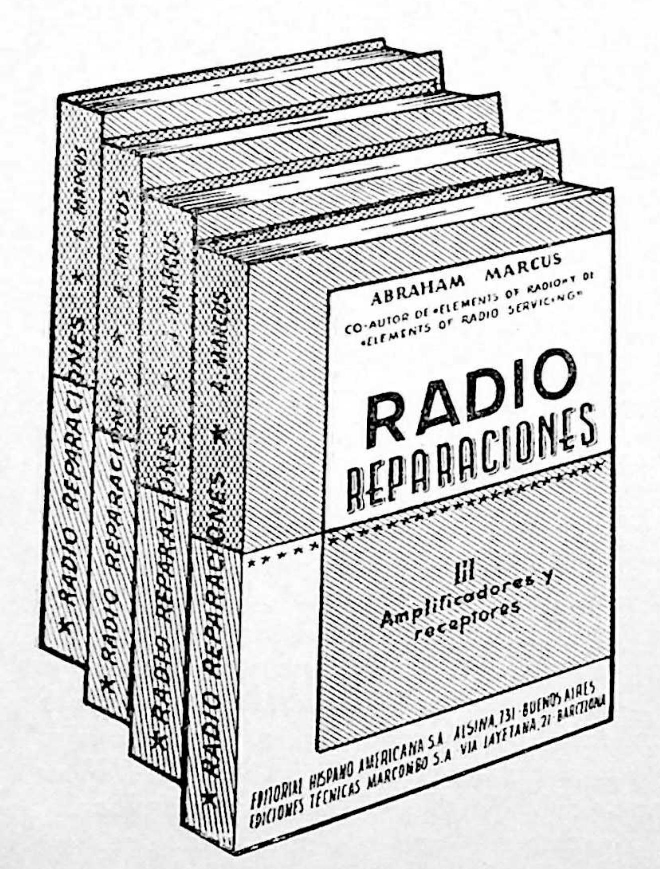
En la traducción se añade un anejo de determinantes y se incluyen las soluciones de los ejercicios.

Radio reparaciones

por ABRAHAM MARCUS

Coautor de los famosos «ELEMENTOS DE RADIO»

En 4 tomos de 188, 156, 256 y 188 págs. respectivamente. 402 figs. 12 × 17 cms.



TOMO I

Teoría y componentes del radiorreceptor

Tomo II

Estudio, aplicaciones y defectos de las válvulas

Tomo III

Amplificadores y receptores

TOMO IV

Instrumental y servicio de reparación y ajuste

El nombre de su autor constituye por sí solo una garantía de la solvencia, utilidad y claridad de la obra.

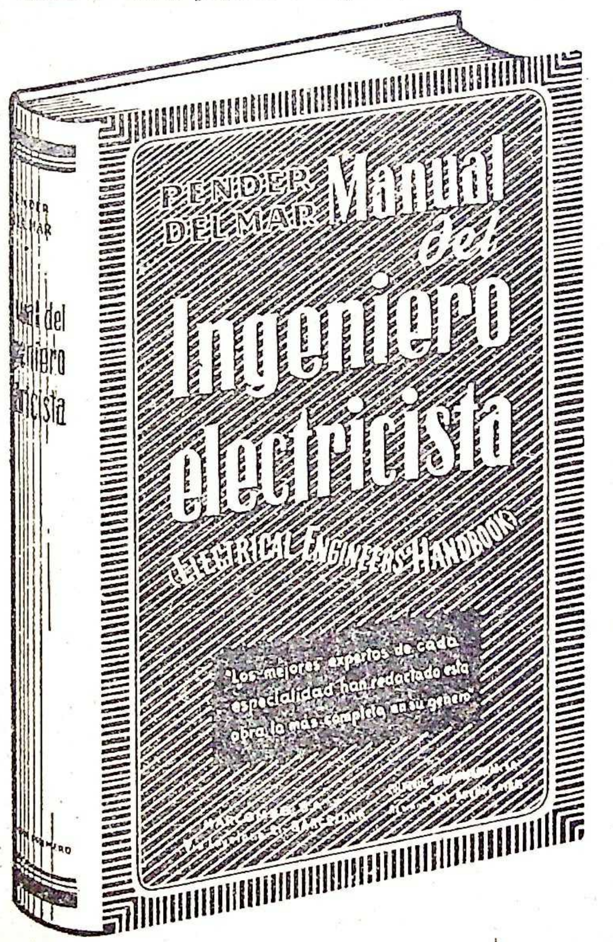
Imprenta Estilo, S. A. — Casta Alvarez, 95 — Zaragoza

¡LA BIBLIA DEL ELECTROTECNICO!

MANUAL DEL INGENIERO ELECTRICISTA

(Electrical Engineer's Handbook). Pender-Del Mar

Tomo I. 1.088 páginas. 842 grabados. 15 × 22 cm. Encuadernado. . . . **395 ptas.**



Extracto del índice: Matemáticas, Unidades y Símbolos. Propiedades de los materiales. Circuitos eléctricos y líneas eléctricas. Lineales y no lineales. Sistemas polifásicos. Componentes simétricas. Circuitos de máquinas. Ecuaciones de las líneas de transmisión. Estabilidad, etc. Principios de electroquímica. Mediciones y aparatos de medida. Resistencias. Reóstatos. Condensadores. Reactancias. Electroimanes e Imanes permanentes. Definiciones. Clasificación. Diseño. Selección, etc. Baterías (Pilas y acumuladores). Pilas secas. Tipos de pilas. Pilas para señales de ferrocarriles. Acumuladores de plomo-ácido. Baterías de acumuladores tipo alcalino, etc. Máquinas de c.c. y convertidores rotativos de energía. Generadores de c.a. y Motores. Máquinas sincrónicas. Motores polifásicos de inducción. Motores monofásicos de inducción. Motores con colectores, etcétera. Transformadores y Rectificadores de potencia e inversores. Equipo de conmutación y control. Diseño de los aparatos de conmutación y control. Aplicación, Cuadros de maniobra, etcétera.

Tomo II. 940 págs. 728 grabados. 15 × 22 cms. Encuadernado . . . **360 ptas.**

Extracto del índice: Centrales y subcentrales de energía eléctrica. Centrales térmicas. Centrales hidroeléctricas. Centrales con motores de combustión interna. Circuitos de una central. Subcentrales para ferrocarriles, etc. Aplicaciones industriales de motores y servomecanismos. Transporte y distribución de energía eléctrica. Sistemas. Proyecto de sistemas de distribución y transporte, capacitancias, inductancias e impedancias de orden de supresión O. Líneas sobre postes y sobre torres. Conductos subterráneos. Distribución. Conductores desnudos y cables. Hilos y cables aislados. Instalaciones interiores. Puesta a tierra de los circuitos. Electrólisis en las estructuras subterráneas. Alumbrado y calefacción. Lámparas e iluminación. Calefacción eléctrica y acondicionamiento de aire. Aparatos domésticos de calefacción y cocina. Transporte. Tracción eléctrica. Equipo eléctrico de motores de explosión en automóviles. Equipo e. en aeroplanos. Propulsión de embarcaciones. Señalización de ferrocarriles, etc. Procedimientos electromecánicos y electroquímicos. Calefacción por inducción y por dieléctrico. Unidades de calefacción por resistencia eléctrica y hornos. Precipitación eléctrica de partículas en suspensión, etc. Electrificación rural. Sistemas de distribución.

La obra más completa publicada en castellano sobre la materia